

PAT-NO: JP409325365A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09325365 A  
TITLE: PRODUCTION OF LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND LIQUID  
CRYSTAL DISPLAY DEVICE

PUBN-DATE: December 16, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SUZUKI, KENKICHI  
MATUDA, MASAAKI  
OGINO, TOSHIO  
HAYASHI, NOBUAKI  
TOMITA, YOSHIFUMI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP08145656

APPL-DATE: June 7, 1996

INT-CL (IPC): G02F001/136, G02B005/20, G02F001/13, G02F001/1335  
, G02F001/1343, H01L029/786, H01L021/336

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to execute developing of a resist film, peeling of the residual resist and processing of metallic thin films and semiconductor films, etc., with a completely dry process by irradiating the resist film with an excimer laser beam and removing the resist film of the irradiated parts.

SOLUTION: A glass substrate 100 coated with the resist film 300 is irradiated with the excimer laser beam via an exposure mask 400 consisting of dielectric multilayered films as opaque films and having required opening patterns. Consequently, the resist patterns from which the resist of the parts corresponding to the opening patterns of the exposure mask 400 is removed are worked by the application phenomenon of the excimer laser beam and the multilayered films 200 are exposed at the required patterns. The glass substrate is then subjected to wet etching or dry etching and, thereafter, the remaining resist films are removed by full-surface application processing to irradiate the entire surface of the pattern forming surface with the excimer laser beam. The glass substrate 100 formed with the multilayered films 200 patterned to the required patterns is obtd.

COPYRIGHT: (C)1997, JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-325365

(43)公開日 平成9年(1997)12月16日

(51)Int.Cl*	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 02 F 1/136	5 0 0		G 02 F 1/136	5 0 0
G 02 B 5/20	1 0 1		G 02 B 5/20	1 0 1
G 02 F 1/13	1 0 1		G 02 F 1/13	1 0 1
1/1335	5 0 5		1/1335	5 0 5
1/1343			1/1343	

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 35 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-145656

(22)出願日 平成8年(1996)6月7日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 鈴木 堅吉

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 松田 正昭

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 犀野 利男

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(74)代理人 弁理士 武 順次郎

最終頁に続く

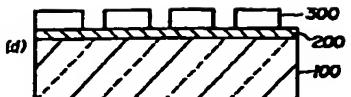
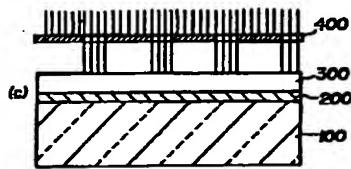
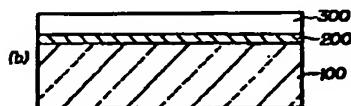
(54)【発明の名称】 液晶表示素子の製造方法および液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】レジスト膜の現像と残留レジストの剥離、および金属薄膜や半導体薄膜あるいは絶縁耐薄膜の加工を完全ドライプロセスで行う。

【解決手段】液晶表示素子を構成するための金属膜、誘電体絶縁膜、半導体膜の薄膜、ないしは前記薄膜の一部がパターン状に形成された多層膜200を成膜したガラス基板上100に高分子材料から構成したレジスト膜300を塗布し、所定の開口パターンを有する露光マスク400を介してエキシマレーザー光を照射し、照射部分のレジスト膜をアブレーション現象により除去して露出したレジスト膜パターンを形成し、レジスト膜パターンで露出された部分にエッチング処理を施して除去した後、エキシマレーザー光で残留レジスト膜をアブレーション現象により除去する。

図1



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】液晶表示素子を構成するための金属膜、誘電体絶縁膜、半導体膜の薄膜、ないしは前記薄膜の一部がパターン状に形成された多層膜を成膜したガラス基板上に高分子材料から構成したレジスト膜を塗布し、所定の開口パターンを有するマスクを介してエキシマレーザーを照射して照射部分のレジスト膜をアブレーション現象により除去することで前記マスクの開口パターンに対応して前記薄膜を露出したレジスト膜パターンを形成し、前記レジスト膜パターンで露出された前記薄膜にエッチング処理を施して除去した後、エキシマレーザーを照射して残留レジスト膜をアブレーション現象により除去することを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項2】請求項1において、前記レジスト膜の吸光係数が、波長248nmまたは308nmのエキシマレーザー光に対して $5 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ 以上であることを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項3】請求項1において、前記高分子化合物が、加熱または乾燥の何れかにより環状または網目状の架橋構造を形成する熱硬化型であることを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項4】請求項1において、前記レジスト膜が、波長248nm、エネルギー密度100mJ/cm<sup>2</sup>のエキシマレーザーのパルス光に対して、0.04μm/s hot以上のアブレーション速度をもつことを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項5】金属膜、誘電体絶縁膜、半導体膜の薄膜、ないしは前記薄膜の1または複数からなる多層膜を高分子材料から構成したレジスト膜を用いたエキシマレーザーのアブレーション現象により加工して得た一方のガラス基板と、

ブラックマトリクスおよび複数のカラーフィルターを形成した他方のガラス基板の間に液晶層を挟持してなる液晶表示装置。

【請求項6】請求項5において、前記ガラス基板のブラックマトリクスおよび/または複数のカラーフィルターが、ブラックマトリクス膜および/または複数のカラーフィルタ膜を所定の開口パターンを有するマスクを介してエキシマレーザーで照射して該当照射部分のブラックマトリクス膜および/または複数のカラーフィルタ膜をアブレーション現象により加工してなることを特徴とする液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガラス基板上に液晶表示素子を構成する各種の薄膜を成膜し、これにレジスト膜を用いたリソグラフィーで所定の薄膜パターンを形成する液晶表示素子の製造方法および液晶表示装置に関するもの。

2

## 【0002】

【従来の技術】テレビ受像機やパソコン等のモニターに用いる画像表示装置として液晶表示素子が多用されている。この種の液晶表示装置としては、マトリクス配列した2組の電極間に液晶層を挟持して電極の交差点で1画素を構成する単純マトリクス型と、各画素毎に薄膜トランジスタ(TFT)等のスイッチング素子を配置したアクティブ型とに大別される。

【0003】特に、アクティブ型の液晶表示装置(TFT-LCD)は、動作速度とコントラストが大きく高解像度であることから液晶表示装置の主流となっている。薄膜トランジスタ型液晶表示装置は、選択素子である薄膜トランジスタを形成した一方のガラス基板と、カラー フィルタを形成した他方のガラス基板の間に液晶層を挟持して貼り合わせ、その周辺に駆動ICを実装すると共に、下面に照明光源であるバックライトを設置して構成される。

【0004】上記一方の基板上への半導体等の薄膜パターンの形成は、スパッタリング、CVD、その他で薄膜を形成し、この上にレジストを塗布し、露光、現像、エッチング、レジスト剥離といった一連のフォトリソグラフィープロセスが用いられている。また、他方の基板へのカラーフィルタも同様に、カラーフィルタ膜を一連のフォトリソグラフィープロセスで形成している。

【0005】従来、この種のカラーフィルタは、ガラス板等の透明基板に先ずブラックマトリクスを形成した後、赤、緑、青の各フィルタを順に形成する。これらの形成方法は、それぞれの材料に感光性を持たせ、これら薄層を成膜し、所定のパターンの開口を有する露光マスクを介して紫外線を照射して、現像処理を施すという所謂ホトリソグラフィーの現像工程を採用するのが一般的である。

【0006】この種のフォトリソグラフィープロセスで使用されるレジスト材料乃至感光性カラーフィルタ材料は、露光によって現像液に対する溶解性が生じるポジティブ型、これとは逆に溶解性がなくなるネガティブ型の区分はあるが、被加工薄膜を覆って塗布したレジスト膜又はカラーフィルタの各膜はいずれもウエットプロセスである液体現像によってパターン形成が行われる。

【0007】TFT薄膜加工では、更に現像で形成されたレジスト膜をマスクとしてウエットあるいはドライエッチングプロセスにより所要の薄膜パターンを得る。そして、エッチングプロセスの終了後、残留しているレジスト膜は剥離液あるいはドライエッチングで除去される。なお、この種の液晶表示装置に関する従来技術を開示したものとしては、例えば特開昭63-309921号公報や、「冗長構成を採用した12.5型アクティブ・マトリクス方式カラー液晶ディスプレイ」(1986年12月15日マグロウヒル社発行 日経エレクトロニクス 1986年

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のレジスト膜又はカラーフィルタ膜のバーニングは、露光-現像という2つのプロセスによって形成される。現像プロセスでは、現像液と現像装置が必要になるが、液晶表示装置の基板サイズの大型化、生産量の大幅な増加は現像液の使用量、現像装置の大型化、クリーンスペースの拡大に伴う空調設備の大規模化を招いている。

【0009】これと共に、現像液の廃液処理のコスト、環境への影響といった問題も発生する。同じことがレジストの剥離プロセスについても発生する。これに対し、最近、紫外線パレスレーザーであるエキシマレーザーを用い、上記金属膜、誘電体絶縁膜、半導体膜の薄膜のバーニング用のレジスト、およびブラックマトリクスや各フィルタ材料をウエット現像処理なしに加工する方法が提案されている。

【0010】この加工方法はエキシマレーザー光のアブレーション現象を利用するものであり、従来からマイクロマシニングの分野で主として用いられていた。一方、薄膜トランジスタ型液晶表示装置レベルの精度をもつ薄膜のパターン加工にエキシマレーザーのアブレーション現象を適用しようとすると、装置構成、精度、加工面積、加工時間等、種々の点において多くの問題を生じる。

【0011】すなわち、回路基板に孔開け等を行う加工では、その加工パターンは高々  $30\text{ }\mu\text{m}$  程度の円形で、各々の中心間位置精度は  $\pm 2\text{ }\mu\text{m}$  程度が要求されるが、円形の形状精度は  $\pm 5 \sim 10\text{ }\mu\text{m}$  程度は許容される。また、回路基板の絶縁層の厚みは  $20 \sim 50\text{ }\mu\text{m}$  であり、従来のエキシマレーザーのアブレーションを利用する加工は LSI レベルの精度の加工とは異なる加工領域の範囲に属する技術である。

【0012】さらに、上記従来のエキシマレーザーのアブレーション現象を利用する加工は、加工対象である回路基板の全体構成に対する加工箇所の面積あるいは体積の比率は非常に小さいため、露光量の利用率を如何に向上させるかが重要な事項であり、加工対象の形状や厚さに応じて独特な照明光学系が採用され、かつ結像は通常、縮小タイプが多い。

【0013】一方、TFT-LCD のパネル（ガラス基板）は大面積に亘って微細な繰り返しパターンを形成する必要があるため、上記したようなエキシマレーザーのアブレーション現象を利用する加工法をそのまま適用することはできない。また、VLSI の場合のように、露光機の露光源として単にエキシマレーザーを用いようとした場合、使用するエキシマレーザーの光エネルギー密度が低いため、高圧水銀灯を用いた従来の露光機の光学系の大幅な変更は必要ない。しかし、アブレーション現象を利用しようとすると、LSI 等のレジスト露光に比べて格段に高いエネルギー密度が必要なため、結像系

10

として既存の露光機の基本的思想を利用することはできるが、光学部品のダメージ対策を考慮した光学系が必要となる。

【0014】すなわち、TFT-LCD レベルの精度を必要とするアブレーション加工技術は、加工精度、エネルギー密度の観点から、従来の露光機に採用されている光学系をそのまま応用することが不可能であるという問題がある。また、エキシマレーザー光のアブレーション現象を利用した加工は、原理的にマイクロマシニング加工より更に精度の高い薄膜加工、例えば、TFT 液晶表示素子の TFT 基板、カラーフィルタ基板等の高精細パターン形成レベルの加工が十分に可能である。

【0015】上記の高精細パターンの加工を実現するための要素技術としてはいくつか挙げられるが、その1つにエキシマレーザー光に曝される露光マスクの耐加工性の向上がある。例えば、TFT 液晶表示素子の TFT 基板の製造への適用を考えた場合、露光マスクのパターン精度は少なくとも  $2\text{ }\mu\text{m}$  以下が必要である。

20

【0016】また、レジストのアブレーションを考えた時は少なくとも  $100\text{ mJ/cm}^2$  以上の入射エネルギー密度が必要である。これは結像光学系にもよるが、マスクへの入射エネルギーは最低でも  $200\text{ mJ/cm}^2$  必要であることを意味し、加工精度を維持するためにはこのような高い入力エネルギーに対して露光マスクに耐加工性を具備する必要がある。

30

【0017】最近、エキシマレーザーの出力は益々増加しており、スループット向上を考えた場合に、露光マスクへの入射エネルギーを  $500\text{ mJ/cm}^2$  程度までは考慮しておく必要がある。エキシマレーザー光の出力面積は、通常の露光機用のランプに較べて小さい。これを基板の全幅をカバーする様なスリット状照明光にすると、結像レンズの口径が大きくなり、実用的でなくなるという問題がある。

40

【0018】しかしながら、このエキシマレーザーはいわゆる不可視光であることから、予め露光マスクに位置合わせマークを形成しておき、この位置合わせマークの加工基板上の投影像を目安として加工基板に対するフォトマスクの位置合わせを行うという従来の手法を適用させることができないという問題があった。そこで、エキシマレーザによるフォトマスクのパターンの投影を行う光学系とは別個に、可視光によるフォトマスク（露光マスク）の位置合わせマークの投影を行う光学系を設けるのが一般的であった。

50

【0019】しかし、このような構成は別個の光学系を設けることによる複雑化を免れることはできない。このような問題点は、露光マスクを介してエキシマレーザを選択照射することによって加工を行うレーザ加工装置においても同様であった。上記の対策としては、誘電体膜と金属膜を重ね合わせた露光マスクとすれば良いが、金属膜は強い紫外レーザー光によってダメージを受け易

く、上記誘電体膜と金属膜をどのように重ねるかという構造上の問題が生起する。

【0020】また、紫外光反射用の誘電体膜を形成した場合、この誘電体膜が可視光に対して透明な場合が多いために、露光マスクと被加工基板とのアライメントに通常の光学系を用いることが困難であるという問題がある。さらに、アブレーションで発生する加工生成物であるデbrisは加工後に被加工物を洗浄するか、または加工材料に応じて、ヘリウム等の不活性雰囲気中で加工するか、あるいは酸素雰囲気中で加工することによって低減している。

【0021】しかし、前記従来の技術においては、アブレーションによって発生するデbrisを完全に除くことは困難である。特に、被加工物に再付着したデbrisを除去することは難しい。さらに、デbrisの形態は材料の種類や入射エネルギーの強度によって、気体状のものから数 $\mu\text{m}$ 程度の大きさの粒子に至るまでの広範囲の形態で分布しており、加工後の洗浄も発生したデbrisの形態によって種々の方法を考えねばならない。

【0022】また、ヘリウム雰囲気中の加工では、アブレーションのブルーム（爆発雲）の噴出速度が空気中の速度よりもより速いためにデbrisが遠くに分散され、見掛け上デbrisが減少したように見える。これは、酸素雰囲気中では、発生したデbrisが酸化され気体状になる結果と考えられる。上記したヘリウム、あるいは酸素の雰囲気での加工が効果を持つのは比較的限られた材料の加工においてのみであり、あらゆる材料の加工において有効であるわけでは無い。

【0023】さらにまた、考慮すべき本質的な点は、高速の加工を行うためにエキシマレーザーの発振周波数を大きくして行くと、先行するエキシマレーザーパルスによって生じたブルームがまだエキシマレーザーの光路中に存在している状態で後続のエキシマレーザーによるアブレーションが実行されることになるために、当該後続するアブレーションのためのエキシマレーザーにエネルギー損失を招くという問題がある。

【0024】このような理由から、アブレーションにより発生したブルームを高速で除去することが、単にデbrisを除くという以上に重要な課題となっている。上記従来技術の諸問題を解消するため、本発明の第1の目的は、レジスト膜の現像と残留レジストの剥離、および金属薄膜や半導体薄膜あるいは絶縁耐薄膜の加工を新しい原理を用いた完全ドライプロセスで行うことにより、製造コストの低減と環境問題の解決を図った液晶表示素子の製造方法を提供することにある。

【0025】本発明の第2の目的は、レジスト膜の現像と残留レジストの剥離を新しい原理を用いた完全ドライプロセスで行うことにより製造した液晶表示装置を提供することにある。本発明の第3の目的は、高精度でかつエキシマレーザー光による光学系のダメージを回避した

液晶表示素子の製造方法を提供することにある。

【0026】本発明の第4の目的は、小面積の露光マスクを用いて大サイズの液晶表示素子基板を製造するレジストパターンの形成方法とその装置を提供することにある。本発明の第5の目的は、エキシマレーザー光に対する耐加工性を増大させた高精度の誘電体多層膜からなるエキシマレーザー加工用の露光マスクを備えた液晶表示素子の製造装置を提供することにある。

【0027】本発明の第6の目的は、簡単な構成で露光マスクとガラス基板とを高精度で位置合わせする位置合わせ装置を備えた液晶表示素子の製造装置を提供することにある。本発明の第7の目的は、エキシマレーザー光によるアブレーション加工で発生するデbrisの除去装置を備えた液晶表示素子の製造装置を提供することにある。

【0028】なお、以下の説明では、エキシマレーザーを用いたアブレーション加工装置を現像機、または露光機とも称する。

#### 【0029】

##### 【課題を解決するための手段】

【第1の目的を達成するための構成】上記第1の目的を達成するために、請求項1に記載の第1の発明は、液晶表示素子を構成するための金属膜、誘電体絶縁膜、半導体膜の薄膜、ないしは前記薄膜の一部がパターン状に形成された多層膜を成膜したガラス基板上に高分子材料から構成したレジスト膜を塗布し、所定の開口パターンを有するマスクを介してエキシマレーザー光を照射して照射部分のレジスト膜をアブレーション現象により除去することで前記マスクの開口パターンに対応して前記薄膜を露出したレジスト膜パターンを形成し、前記レジスト膜パターンで露出された前記薄膜にエッチング処理を施して除去した後、エキシマレーザー光を照射して残留レジスト膜をアブレーション現象により除去することを特徴とする。

【0030】また、請求項2に記載の第2の発明は、第1の発明における前記レジスト膜の吸光係数を、波長248nmのエキシマレーザー光に対して $5 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ 以上の材料を用いることを特徴とする。さらに、請求項3に記載の第3の発明は、第1の発明における前記高分子化合物を、加熱または乾燥の何れかにより環状または網目状の架橋構造を形成する熱硬化型としたことを特徴とする。

【0031】さらに、請求項4に記載の第4の発明は、第1の発明における前記レジスト膜を、波長248nm、エネルギー密度 $100 \text{ mJ/cm}^2$ のエキシマレーザーのパルス光に対して、 $0.04 \mu\text{m}/\text{shot}$ 以上のアブレーション速度をもつ材料としたことを特徴とする。

【第2の目的を達成するための構成】上記第2の目的を達成するために、請求項5に記載の第5の発明は、金属

膜、誘電体絶縁膜、半導体膜の薄膜、ないしは前記薄膜の1または複数からなる多層膜を高分子材料から構成したレジスト膜を用いたエキシマレーザー光のアブレーション現象により加工して得た一方のガラス基板と、ブラックマトリクスおよび複数のカラーフィルタを形成した他方のガラス基板の間に液晶層を挟持して液晶部装置を構成したことを特徴とする。

【0032】また、上記第2の目的を達成するために、請求項6に記載の第6の発明は、第5の発明における前記ガラス基板のブラックマトリクスおよび/または複数のカラーフィルタが、ブラックマトリクス膜および/または複数のカラーフィルタ膜を所定の開口パターンを有するマスクを介してエキシマレーザーで照射して当該照射部分のブラックマトリクス膜および/または複数のカラーフィルタ膜をアブレーション現象により加工してなることを特徴とする。

【第1の目的を達成するための構成の作用】エキシマレーザー光のアブレーション現象(ホト・デコンポジション・アブレーション: Photo Deconstruction Ablation)による高分子材料の加工は、短パルスの紫外光レーザーによって高分子の結合が非熱的に切断される現象(解裂)を利用するもので、高精度の薄膜加工を行うことができるという特徴をもつ。

【0033】このアブレーション現象を利用することで、エキシマレーザー光を用いた露光機による露光プロセスのみによってレジスト膜のパターン形成が可能となり、従来の現像プロセスを完全に省略することができる。さらに、パターン加工後に残留するレジストもエキシマレーザー光の単純な照射にみにより除去することができ、従来技術で不可欠の大面積のレジスト剥離装置と剥離液は不要となる。

【0034】上記アブレーション現象を利用した加工に適応するレジスト材には、当然として従来のレジスト材とは異なる性質を必要とする。すまわち、エキシマレーザー光を効率よく吸収し、吸収したエネルギーによって原子間の結合が効率よく解裂されることが重要である。エキシマレーザーの主要な発振周波数の波長は現在のところ4種類あるが、248 nmまたは308 nmが実用的で、特に結合の解裂には波長248 nmのエキシマレーザー光が有利である。

【0035】波長248 nmのエキシマレーザー光で種々の高分子材料の解裂を検討した結果、高いレートでアブレーション加工を行うためには、レジスト膜の吸収計数が $5 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ 以上を必要であることが分かった。このような強い吸収を示すためには、レジスト材中に芳香族環(Ar:アロマテック)を有する置換基が存在する必要がある。置換基の結合様式の差による吸収強度の差異は、芳香族環との直接的結合様式によって殆ど一義的に決まる。この点に関しては、例えば「Absorption Spectra in the Ultraviolet and visible region」

(Edited by L. Lang, Akademiai Kiado, Budapest 1966)の各データを比較すれば明らかである。

【0036】芳香族環に吸収されたエネルギーが効率よく解裂に変換される結合は、これまでの検討結果から、イミド樹脂、ウレタン樹脂、メラミン樹脂、エポキシ樹脂が挙げられ、これらの内、少なくとも1種類をもつ高分子材料がエキシマレーザー光のアブレーション加工用として最適のレジスト材料である。このような材料を用いることにより、波長248 nm、またはその近傍のエキシマレーザー光に対する吸光効率を向上できる。

【0037】上記のエキシマレーザー光のアブレーション加工用レジスト材の高分子化合物が加熱または乾燥の何れかの手段によって環状ないし網目状の架橋構造を形成する熱硬化型であることが非熱的なアブレーションおよび高精度の加工端面を実現するために必要である。これらは、当然ながらレジスト材としてガラス基板上に形成された金属膜、誘電体絶縁膜、導電膜等の薄膜ないしそれらの一部がバーニングされた多層膜上にスピンドル塗布、ロールコーティング、ロッドコーティング等の塗布手段によって $3 \mu\text{m}$ 以下の均一な塗膜を形成できることが必要であり、このためには分子量、溶剤、界面活性剤、フィラー等の混合量を調整して、必要な塗布特性を満足させることが重要である。

【0038】さらに、レジスト材として、加熱重合後、下地となった各薄膜のウエットエッティングまたはドライエッティングにおけるエッティング雰囲気に対して十分な耐性を持つことが重要である。図1および図2は上記した特徴をもつエキシマレーザー光のアブレーション加工用レジスト材を用いた本発明による液晶表示素子の製造方法を説明する工程図である。

【0039】まず、図1の(a)に示したように、金属膜、誘電体絶縁膜、半導体膜の薄膜、ないしは前記薄膜の一部がパターン状に形成された多層膜200を形成したガラス基板100上に、スピンドル塗布、ロールコーティング、ロッドコーティング等の塗布手段によってレジスト膜300を $3 \mu\text{m}$ 以下の均一な塗膜を形成する(b)。

【0040】レジスト膜300を塗布したガラス基板100に対し、誘電体多層膜を不透過膜とする所要の開口パターンを有する露光マスク400を介して例えば波長248 nmのエキシマレーザー光を照射する(c)。このとき、エキシマレーザー光はエキシマレーザーからのレーザー光を結像レンズでレジスト膜300に結像される。この照射エネルギー密度は、 $50 \text{ mJ/cm}^2$ 以上、 $300 \text{ mJ/cm}^2$ 以下である。

【0041】その結果、(d)に示したように、露光マスク400の開口パターンに対応した部分のレジストが除去されたレジストパターンがエキシマレーザー光のアブレーション現象で加工され、金属膜、誘電体絶縁膜、半導体膜の薄膜、ないしは前記薄膜の一部がパターン状

に形成された多層膜200が所要のパターンで露出する。

【0042】次いで、図2の(e)に示したように、(d)のガラス基板にウエットエッチングないしはドライエッチングを施して金属膜、誘電体絶縁膜、半導体膜の薄膜、ないしは前記薄膜の一部がパターン状に形成された多層膜200の露出部分を除去して所要のパターンが形成される。その後、 $1.50\text{ mJ/cm}^2$ 以下のエネルギー密度をもつ波長 $248\text{ nm}$ または波長 $308\text{ nm}$ のエキシマレーザー光をパターン形成面の全面を照射する全面アブレーション加工で残留したレジスト膜を除去し(f)、所要のパターンにバーニングされた金属膜、誘電体絶縁膜、半導体膜の薄膜、ないしは前記薄膜の一部がパターン状に形成された多層膜200を形成したガラス基板100が得られる(g)。

【0043】このように、エッチングプロセスを除いて、リソグラフーの装置としては露光と剥離の2台のエキシマレーザー光照射装置を必要とするだけで、特にレジストの剥離装置にはマスクを用いないため、極めて簡単な構成で、かつ安価なエキシマレーザー光照射装置でよく、製造装置の大幅なコスト削減が可能である。

【第2の目的を達成するための構成の作用】例えば、TFT-LCDの場合の一方のガラス基板であるTFT基板(スイッチング素子側基板)に薄膜トランジスタを形成するための金属膜、誘電体絶縁膜、半導体膜の薄膜、ないしは前記薄膜の1または複数からなる多層膜の加工を、高分子材料から構成したレジスト膜を用いたエキシマレーザーのアブレーション現象により加工する。

【0044】このガラス基板と、ブラックマトリクスおよび複数のカラーフィルターを形成した他方のガラス基板の間に液晶層を挟持させることで低コスト、かつ環境に影響を与えることのない高品質の液晶表示装置が得られる。また、上記他方のガラス基板のブラックマトリクスおよび/または複数のカラーフィルターが、ブラックマスク膜および/または複数のカラーフィルタ膜を、高分子材料から構成したレジスト膜を用いたエキシマレーザーのアブレーション現象により加工したものを用いることにより、さらに低コスト、かつ環境に影響を与えることのない高品質の液晶表示装置が得られる。

【第3の目的を達成するための構成】上記第3の目的を達成するために、本発明は図3に示し下記に記載した構成としたことを特徴とする。

【0045】図3は本発明による液晶表示素子の製造に用いるエキシマレーザー光のアブレーション現象を利用した露光機の構成例を説明する模式図であって、1はエキシマレーザー、3、5はレンズ、4は分割レンズ、6はコンデンサレンズ、7は露光マスク、8は結像レンズ、9は入射瞳、10は被加工物であるレジスト塗布ガラス基板、11はX-Yテーブル(11aはX-Yマスクテーブル、11bはX-Y基板テーブル)である。

【0046】同図において(1)エキシマレーザー1として紫外光パルスレーザーを用い、このエキシマレーザー1からの出力光ビーム(エキシマレーザー光)を所定の開孔パターンを有する露光マスク7と結像レンズ8を介して結像面に置かれた加工物(レジスト塗布ガラス基板、以下単に被加工物とも言う)10に照射して露光マスク7の開孔パターンに対応したパターンアブレーション現象で加工形成(現像)する。

【0047】上記エキシマレーザー1の出力光ビームを小面積の多数の光ビームに分割して各光ビームをそれぞれ集光し、各集光点を照明光源として露光マスク7の面を均一に照射し、かつ、結像レンズ8の入射瞳9に照明光源の像を形成して、露光マスク7の開孔パターンを結像レンズ8の結像面に置かれた被加工物10の限定領域に対して一对一に結像すると共に、限定領域を被加工物10の全域に走査させることにより、被加工物10の全域にアブレーション現象による露光マスク7の開孔パターンに対応したパターンを現像形成する。

【0048】また、(2)エキシマレーザー1の出力光ビームを所定の開孔パターンを有する露光マスク7と結像レンズ8を介してその結像面に置かれた被加工物10に照射し、被加工物10にアブレーション現象による露光マスク7の開孔パターンに対応したパターンを現像形成するエキシマレーザー光のアブレーション現象を用いた液晶表示素子の製造装置であって、エキシマレーザー1の出力光ビームを小面積の光ビームに分割してそれを集光するレンズアレー4と、このレンズアレー4の集光点を照明光源として露光マスク7の面を均一に照射する照明光学系6と、照明光学系6で照明された露光マスク7の像を被加工物10の限定領域に一对一で結像する入射瞳9を有する結像レンズ8と、上記限定領域を被加工物10の全域に走査させるために露光マスク7および被加工物10を露光マスク7の平面と平行な面の2方向に移動させるX-Yテーブル11a、11bとを備え、限定領域を被加工物10の全域に走査させることにより、被加工物10の全域にアブレーション現象による露光マスク7の開孔パターンに対応したパターンを現像形成するアブレーション現像を施す構成としたことを特徴とする。

【0049】なお、上記X-Yテーブル11a、11bは、一方のテーブル11aを露光マスク移動用に、他方のテーブル11bを被加工物移動用として、両者を相对的に一方向(例えば、X方向)と前記一方向と直交する他方向(例えば、Y方向)に移動させる構成としてもよい。さらに、(3)上記(2)における照明光学系が、エキシマレーザー1の出力光ビームをレンズアレー4で小面積の光ビームに分割する以前に光軸に沿った平行ビームとするためのレンズ3を備え、レンズアレー4がそれぞれ偶数個のレンズからなる二組の分割レンズからなり、二組の各レンズは平行に入射した前記紫外光パルス

11

レーザーの出力光ビームを分割して集光する第一のレンズと第二のレンズの各アレーを構成し、第一のレンズが作る焦点は第二のレンズとの間に位置し、焦点から発散する光束が第二のレンズの対応するレンズ面積内に完全に収まるごとく配置してなり、第一および第二のレンズの後段で露光マスク7の面の近傍に第二のレンズから出射した各光束を同一の面積に集光させる第三のレンズ5を設置し、露光マスク7の面の近傍に第三のレンズによる集光面を露光マスク7の面に完全に一致させると同時に結像レンズ8の入射瞳9上に分割レンズによる焦点アレーの像を結像させる第四のレンズ6を設けたことを特徴とする。

【0050】さらに、(4)上記(3)における照明光学系が、紫外光パルスレーザー1の出力光ビームの断面をX-Y座標平面としたとき、X軸とY軸に平行な各々独立の光学系により構成し、各光学系は上記X軸、Y軸で形成される座標軸を円筒の軸とする円筒形レンズによって構成したことを特徴とする。さらに、(5)上記(4)におけるX軸、Y軸の各光学系を構成する第四のレンズ6を非球面の単一レンズとしたことを特徴とする。

【0051】さらに、(6)上記(2)における結像レンズ8が、レンズ内で光束が最も絞られる箇所が中空となるように構成したテレセントリック対称形レンズとしたことを特徴とする。さらに、(7)上記(2)における露光マスク7が、エキシマレーザー1の出力光ビームの波長に対する反射膜となる誘電体多層膜をパターン形成してなり、像面に設置した被加工物10と結像レンズ8の光軸上的一点に対して点対称となるように被加工物10と露光マスク7の両者を移動させることを特徴とする。

【0052】さらに、(8)上記(7)における露光マスク7への照明領域を長方形とし、その長辺の長さを上記(6)における対称レンズの所定の解像度および像歪を満たす範囲とし、その短辺方向に露光マスク7および被加工物10を連続的に移動させて被加工物10および露光マスク7の端部に達した時点で照明面積の長手方向に露光マスク7および被加工物10を移動させ、統いて前記短辺方向に連続的に移動させる走査を繰り返して被加工物10の全域をアブレーション加工することを特徴とする。

【0053】さらに、(9)上記(8)における露光マスク7上への長方形の照明領域の長辺の端部でのエネルギー密度分布の立ち上がりを短辺の端部より50μm以下となるように前記露光マスク7の上部にナイフエッジによる長方形開孔パターンまたは誘電体多層膜の長方形開孔パターンにより調整された照明領域を持ち、かつ長方形開孔パターンの短辺が当該開孔パターン間の中間に位置することを特徴とする。

【0054】さらに、(10)上記(2)におけるエキ

50

12

シマレーザー1の出力光ビームを水平方向とすると共に、露光マスク7および被加工物10を保持するX-Yテーブル11a, 11bを水平方向として照明光を一回の45度反射のみで露光マスク7の面に入射させると共に露光マスク7および被加工物10の中間に上記(6)の結像レンズ8を配置したことを特徴とする。

【0055】さらに、(11)上記(10)において上記(2)および(3)の照明光学系の第四のレンズを45度反射ミラーの後段でかつ露光マスク7の直前に配置したことを特徴とする。さらに、(12)上記(10)において、紫外光パルスレーザー1からなる光源部との光源を除いた構成部分からなるアブレーション現像部のそれを、分離壁で独立させた清浄度が異なる部屋に設置すると共に、紫外光パルスレーザーからなる光源部から出射したレーザー光ビーム(エキシマレーザー光)を上記分離壁に設けた透過窓板を通して前記アブレーション現像部に導入する構成としたことを特徴とする。

【0056】さらに、(13)上記(12)におけるエキシマレーザー1からなる光源部と光源を除いた構成部分からなるアブレーション現像部の各部を防振床に設置したことを特徴とする。さらに、(14)上記(12)におけるエキシマレーザー1からなる光源部から出射したレーザー光ビームのアブレーション現像部を構成する光学系に対するずれを透過窓板の傾きに変換することにより補正することを特徴とする。

【0057】このように、上記各構成とした方法および装置は、特に、TFT等のカラー液晶表示パネルを構成するカラーフィルタ基板の光吸収膜(BM、所謂ブラックマトリクス)や3色のカラーフィルタを形成する際のカラーフィルタ薄膜のパターンニング及びTFT基板を構成する各種の薄膜のレジストおよびレジストパターンによるパターンニングに好適である。

【第3の目的を達成するための構成の作用】この構成は、エキシマレーザー光のアブレーション現象を利用して、特に、TFT等のカラー液晶表示パネルを構成するTFT構成膜やカラーフィルタ基板の光吸収膜(MB、所謂ブラックマトリクス)や3色のカラーフィルタを形成する際のレジスト薄膜のパターンニング及びTFT各層のレジストのパターンニング等の高精細度パターン加工を行うものである。

【0058】前記したように、アブレーション現象は、高いエネルギー密度を持つ紫外エキシマレーザー光(エキシマレーザー光)を物質に照射したときに、光の当たった部分の物質が光分解(解裂)して飛散する現象を言う。したがって、開口パターンを形成した露光マスクを介してエキシマレーザー光を物質に結像するように照射すると、物質には露光マスクの開口パターン通りのパターンが形成されることになる。

【0059】可視光波長以上の波長を持つレーザー光を

照射したときの物質の分解は、主として熱過程によって起こるが、エキシマレーザー光の場合は、特に多くの有機物に対しては化学結合を直接切断する（解裂する）非熱過程により分解する。アブレーション現象を利用したレジスト膜の現像（アブレーション現像）は、このような非熱的光分解を利用してレジスト等にパターンを形成するものであり、従来のホトリソグラフィーでの露光、現像の二つの工程を露光工程のみで完了する加工方法である。

【0060】上記の説明から明らかなように、アブレーション現像を行う装置は本質的に露光機であり、露光マスクのパターンを所要の精度でレジスト膜上に結像するという光学系の原理はアブレーション現像機の場合も変わらない。露光機の光学系の基本的な条件は、結像面の光強度分布が均一であることと、結像パターンの要求精度を満たすことである。この条件に対して、露光機の光学系は照明光学系と結像レンズ系の二つの部分に分けられ、前者は主として均一照明を、後者は結像性能を決定する。

【第4の目的を達成するための構成】本発明の第4の目的である小面積の露光マスクを用いて大サイズの液晶表示素子基板（ガラス基板）を製造するレジストパターンの形成方法とその装置は下記の構成としたことにより達成される。

【0061】(1) 波長248nmまたは308nmのエキシマレーザーを光源とし、誘電体多層膜よりなる所定の開口パターンを有する露光マスクをスリット状に照明する照明光学系と、当該露光マスクを保持しXおよびY方向に移動できるX-Yテーブル（X-Yマスクテーブル）と、露光マスクの開口パターンを液晶表示素子を構成する基板上に1:1に投影する屈折型対称結像光学レンズと、上記ガラス基板を保持しX-Yマスクステージとは独立にXおよびY方向に移動できるX-Yテーブル（X-Y基板テーブル）とを主要構成要素とする露光機を用い、X-YマスクステージとX-Y基板ステージを同一方向または反対方向に一次元に動かし、エキシマレーザー光のアブレーション作用によって、露光マスクの開口パターンをガラス基板上に被覆したレジスト層に1:1に形成する。

【0062】(2) 上記(1)における液晶表示素子用誘電体露光マスクとして、画素部各層のパターンは整数分の一に分割し、画素以外のパターンも適宜に分割し、それぞれの一単位をスキャン方向に平行に不透過部分で囲んだものを以てマスクパターンを構成し、各マスクパターンに対応してX-YマスクテーブルおよびX-Y基板テーブルをスキャンのスタート位置に設定し、次いで対応する露光マスク領域をスキャンし、次に露光マスクを元の位置に戻と共に、基板は次の繰り返し位置に移動させて同様なスキャン（ステップースキャン）を行い、以下同様の過程を繰り返すことにより液晶表示素子

の全パターンを形成する。

【0063】(3) 液晶表示素子を構成する絶縁基板上に所要の薄膜パターンを形成するためのレジストパターン形成方法は、液晶表示素子の薄膜パターン形成領域の面積より小面積で所定の開口パターンを有する露光マスクを当該薄膜パターン形成領域に平行な面内で相対移動させると共に、露光マスクに対して相対移動方向と直交する方向にスリット状としたエキシマレーザー光を照射することによるアブレーション現象により、基板上に塗布したレジストを露光マスクの開口パターンに従ってパターンングすることを特徴とする。

【0064】(4) また、露光マスクが、絶縁基板の画素領域のレジストパターンを整数分の1の単位領域に分割した開口パターンと、画素領域以外のレジストパターンを適宜の単位領域に分割した開口パターンと、それぞれの単位領域を前記スキャン方向に平行な不透過部分で囲む領域とから構成され、各開口パターンに対応してX-YマスクテーブルおよびX-Y基板テーブルをエキシマレーザー光のスリット状の照明光の当該スリットの長さ方向と直交する方向にステップ移動させるステップースキャンさせることにより前記基板上のレジスト全面をパターンングすることを特徴とする。

【0065】(5) そして、ガラス基板上に液晶表示素子を構成する複数の薄膜を成膜し、これをパターンングするためのレジストパターンを形成するレジストパターン形成装置は、波長248nmまたは308nmのエキシマレーザー光を照射する光源と、所定の開口パターンを有する誘電体多層膜よりなる露光マスクと、露光マスクをエキシマレーザー光でスリット状に照明する照明光学系と、露光マスクを保持してエキシマレーザー光の光軸と垂直な平面内のX方向およびX方向と直交するY方向に移動可能としたX-Yマスクテーブルと、露光マスクの開口パターンを絶縁基板上に1:1に投影する屈折型対称結像光学レンズと、絶縁基板を保持してX-Yマスクテーブルと独立してX-Yマスクステージと平行な平面内のX方向およびX方向と直交するY方向に移動可能としたX-Y基板テーブルとを少なくとも具備し、X-YマスクテーブルとX-Y基板テーブルを同一方向または反対方向に一次元にスキャンさせることにより、露光マスクの開口パターンを通したエキシマレーザー光のアブレーション作用によって、ガラス基板上に塗布したレジスト層に露光マスクの開口パターンを1:1でパターンングすることを特徴とする。

【第4の目的を達成するための構成の作用】上記の構成により、ステップースキャン露光手段とエキシマレーザー光のアブレーション現象を利用することによって、大サイズのガラス基板におけるレジストのパターン露光と現像とが一体化され、高速かつ低コストのレジストパターンング処理が実現される。

【第5の目的を達成するための構成】本発明の第5の目

的であるを液晶表示素子の製造装置に備えるエキシマレーザー光に対する耐加工性を増大させた高精度の誘電体多層膜からなるエキシマレーザー加工用の露光マスクは、紫外光に対して透明なガラス基板の光の入射面と反対の面上に下記の(1)～(5)を要件とした誘電体多層膜等を形成することによって達成される。

(1) ガラス基板上にその光路長が使用波長の $1/4$ となる第1層、この上に同じく光路長が $1/4$ 波長となる第2層を重ねる。第1層の屈折率は第2層の屈折率よりも高くとり、以下この構成を繰り返した誘電体多層膜上に基板ガラスの屈折率よりも高い屈折率を持つ $1/4$ 波長の光路長を持つ第3の誘電体層を形成した多層構造とするものとする。

【0066】誘電体パターン形成に際しては、レジストパターンを形成した後、イオンミリングに依って当該パターンを形成するか、または最上層に金属膜を成膜し、この金属膜のみをエッチングして所望の金属膜パターンを形成し、これを露光マスクとしてドライエッチングにより誘電体層のバーニングを行う。

(2) 上記構造での使用波長に対する誘電体層を透過するエネルギー密度が基板上の被加工膜のアブレーション閾値以下となる様に誘電体層を構成する。

(3) 上記(1)における誘電体のバーニング用マスク金属膜を露光マスクの構成材としてそのまま残す構造とする。この時、エキシマレーザー光に対する誘電体層の透過エネルギー密度を当該金属膜のダメージ閾値以下となる様な膜厚で構成する。

(4) 上記構成に於ける金属膜として、特にCrを用いる。

(5) 上記の誘電体層を構成する低屈折率材料としてLiF, MgF<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, YF<sub>3</sub>, LaF<sub>3</sub>, ThF<sub>4</sub>を用い、高屈折率材料としてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, ThO<sub>2</sub>, Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, HfO<sub>2</sub>の内いずれかの組合せを用いる。

【0067】すなわち、さらに詳細な構成を説明すると、露光マスクは、紫外光に対して透明なガラス基板と、このガラス基板上に紫外光の波長を選択的に反射する誘電体多層膜パターンを形成した誘電体マスクを構成してなる。また、露光マスクは、紫外光に対して透明なガラス基板と、前記ガラス基板の紫外光入射側とは反対側の面上に、光路長が使用紫外光の $1/4$ 波長の膜厚を持つ第1の誘電体層と、前記第1の誘電体層の上に同じく光路長が $1/4$ 波長でかつ前記第1の誘電体層の屈折率より小である第2の誘電体層を重ねてなる二層膜の組合せを繰り返し成膜した誘電体多層膜と、前記誘電体多層膜の最上層に前記ガラス基板の屈折率より大きな屈折率を持つと共にその光路長が使用紫外線の $1/4$ 波長となる第3の誘電体層を有することを特徴とする。

【0068】さらに、液晶表示素子の製造装置は、紫外\*

\*光としてエキシマレーザー光の248nm, 308nm, 351nmの波長を用いると共に、上記各波長でのガラス基板に形成された誘電体層の透過エネルギー密度を被加工膜のアブレーション閾値以下に設定したことを特徴とする。さらに、上記第3の誘電体層の上に金属膜を成膜すると共に、前記エキシマレーザー光の各波長の前記誘電体層の透過エネルギー密度を前記金属膜のダメージ閾値以下に設定したことを特徴とする。

【0069】そして、上記金属膜の材料がCrであることを特徴とする。さらに、上記誘電体層を構成する第1の誘電体材料がAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, ThO<sub>2</sub>, Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, HfO<sub>2</sub>の内の何れかまたは2以上の組合せであり、上記第2の誘電体材料がLiF, MgF<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, YF<sub>3</sub>, LaF<sub>3</sub>, ThF<sub>4</sub>の内の何れかまたは2以上の組合せであることを特徴とする。

【0070】そして、露光マスクの形成方法は、紫外光に対して透明なガラス基板上に、光路長が使用紫外光の $1/4$ 波長の膜厚を持つ第1の誘電体層を形成し、第1の誘電体層の上に同じく光路長が $1/4$ 波長でかつ第1の誘電体層の屈折率より小である第2の誘電体層を形成してなる誘電体多層膜を形成後、誘電体多層膜の最上層にガラス基板の屈折率より大きな屈折率を持つと共にその光路長が使用紫外線の $1/4$ 波長となる第3の誘電体層を形成する誘電体多層膜形成工程と、誘電体多層膜の上に金属膜を形成する金属膜形成工程と、金属膜をホトリソグラフィーにより露光マスクとしての開口パターンを形成する金属膜バーニング工程と、金属膜の開口パターンをマスクとしてエッチングにより誘電体多層膜に露光マスクとしての開口パターンを形成する誘電体多層膜バーニング工程とを含むことを特徴とする。

【0071】上記文献によれば、反射ミラーは高屈折率の $1/4$ 波長膜と低屈折率の $1/4$ 波長膜を交互に重ね合わせることにより、屈折率及び層数によって所与の反射率を得ることが出来る。本発明では、エキシマレーザー光で露光マスクを照射し、被加工膜基板上に露光マスクの開口パターン像を結像する場合への適用を第1義としており、入射光はマスク面に垂直である場合が殆どであることから、以下では垂直入射のみとして議論を進めることとする。この場合、上記文献の第69頁に記載の式96に示す通り、N個の2層構造から成る多層膜の反射率R(2N)は次の(1)式で与えられる。

【0072】

$$R(2N) = \{ [1 - (n_e / n_1)] \times (n_2/n_3)^{2N} \} / [1 + n_e / n_1]$$

17

$$\times \left( n_2/n_3 \right)^{28} \}^2$$

ここで、 $n_1$  はマスクを構成する入射媒体の屈折率、 $n_0$  は出射媒体の屈折率、 $n_2, n_3$  は各々多層誘電体層を構成する高屈折率側誘電体の屈折率および低屈折率側誘電体の屈折率である。

【0073】上記(1)式から明らかなように、誘電体の層数が多い程、また  $n_2 / n_3$  の比が大きい程反射率は大きくなる。一方、精細度の高いパターンを作る為には誘電体層の層数をできるだけ少なくする必要がある。そのためには、 $n_2 / n_3$  の大きな組み合わせを選ぶことになるが、使用可能な誘電体材料の屈折率の値は1.3~2.3の範囲にほぼ限られており、任意の組み合せが得られる訳ではない。

【0074】更に、アプリケーションにマクスを適用する場合、エキシマレーザー光に対する耐性を考慮する必要があるが、いくつかの文献、例えば、F.Rainer et al., *Applied Optics* Vol. 24, No.4 (1985) p496～p500に示されているように、耐性の高い材料は屈折率が小さいという傾向がある。上記文献に依れば、耐性の強い低屈折率材料として  $\text{LiF}$ ,  $\text{MgF}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{YF}_3$ ,  $\text{LaF}_3$ ,  $\text{ThF}_4$  が、また高屈折率材料として  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ThO}_2$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{HfO}_2$  等が挙げられるが、高屈折率材料はこれらに関して例外なく低屈折率材料に比べて耐性は低い。

【0075】従って、材料の組み合わせは更に限定されるので、少しでも反射率を改善する多層膜の構成を検討する必要がある。図4は誘電体多層膜マスクの基本的構成の1例を説明する断面模式図、図5は誘電体多層膜マスクの基本的構成の他例を説明する断面模式図であって、71は石英ガラス基板、72は高屈折率誘電体層、73は低屈折率誘電体層である。

【0076】図4における入射媒体は石英ガラスで出射媒体は空気であり、入射媒体の屈折率  $n_1$  は1.0、出射媒体の屈折率  $n_2$  は1.5である。

$$R(2N+1) = \{ [1 - (n_1 n_e / n^2) \cdot (n_2/n_3)^{2N}] \\ / [1 + (n_1 n_e / n^2) \cdot (n_2/n_3)^{2N}] \}^2$$

この追加の高屈折率層74は、透過光の最終段階にあるために必ずしもレーザー耐性が強くなくても良いので、屈折率の高い材料を選ぶことが出来る。

【0081】図9は図8の金属膜75の層を除き追加の高屈折率層としてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を用いた場合の多層誘電体層の屈折率比n<sub>2</sub>/n<sub>3</sub>と反射率の関係の特性説明図である。同図から、高屈折率層を追加することによって特性は図6はもとより図7よりも改善されていることが分かる。

【0082】誘電体層マスクを実際に用いる場合、通常の可視光に対してはほぼ透明であるため、従来のアライメント光学系等を用いることが困難である。その対策として、金属膜を重ねればよいが、金属膜のエキシマレーザー耐性は低く、種類により差はあるがA1を除いて5

40

※0mJ/cm<sup>2</sup>以下のものが殆どであり、マスクを長寿命化するためには10mJ/cm<sup>2</sup>以下の照射で用いることが望ましい。

【0083】従って、金属膜を誘電体層に重ねて用いるためには、図8に示した配置のみ可能である。実際に誘電体層に金属膜を重ね合わせと、マスクとしての使い易さだけでなく、マスクの製造上で有利な点が多い。多層誘電体多層マスクの製造法としては、イオンミリング、ドライエッ칭等が一般的に用いられるが、考慮すべき点はミリングまたはエッ칭の前にレジストバーチンを検査、修正することである。

【0084】特に、多層誘電体層自体を修正することは困難であるため、レジストパターンの完全な検査、修正が必要とされる。現在、この面で確立されているのはC

18

... (1)

\* 射媒体の屈折率  $n_1$  は 1.5 であって、屈折率比  $n_1 / n_2$  は  $1.0 / 1.5 = 0.66$  である。また、図 5 における入射媒体は空気で出射媒体は石英ガラスであり、入射媒体の屈折率  $n_1$  は 1、出射媒体の屈折率  $n_2$  は 1.5 であって、屈折率比  $n_1 / n_2$  は  $1.5 / 1.0 = 1.5$  である。

【0077】上記図4と図5に示した誘電体多層膜マスクを比較して、何れの構成のマスクが有利であるかは、

10 上記した屈折率比  $n_e / n_1$  の値の差であることは式(1)から明らかである。図6は前記図4に対応した屈折率比  $n_e / n_1$  と反射率との関係を層数をパラメータとした説明図である。

【0078】また、図7は前記図5に対応した屈折率比  $n_e / n_1$  と反射率との関係を層数をパラメータとした説明図である。層数は各々下から上に向かって1層から10層まで変化している。ここで、マスクを構成する基板は石英ガラスで、波長248 nmに於ける屈折率は1.5である。

20 【0079】光が空気側から入射する図7の場合、屈折率比  $n_e / n_1$  は 1.5 であり、他方基板側から入射する図6の場合は  $1 / 1.5$  となり、層数が増加するに従いその差は实际上無視出来ることが図より明らかである。但し、 $n_2 / n_3$  の値があまり大きくなり 10 層以下の場合はこの差は顕著である。図8は本発明によるエキシマレーザー加工用マスク（露光マスク）の基本構造を説明する模式断面図であって、前記図4に示した多層誘電体層の最上層に屈折率  $n$  がマスクを構成する入射媒体の屈折率  $n_1$  より大きい  $n > n_1$  なる  $1 / 4$  波長膜  
30 （追加の高屈折率層4）を一層加えると前記（1）式は下記（2）式のように変更され、上記の問題は解消される。

[0080]

... (2)

19

マスクの技術であり、これを多層誘電体層マスクに適用することができる。即ち、基板上に一様に成膜された多層誘電体層上に金属膜を成膜し、その無欠陥を確認後、通常のフォトリソグラフィー工程によりパターンを形成する。

【0085】このパターンに欠陥の検査、修正を施して、完全な金属膜パターンを得た後、これをレジストパターンとして上記エッチングにより誘電体層のパターンを形成すればよい。誘電体層の透過エネルギー密度を金属膜のダメージ閾値より低く設定し、金属膜パターンを残すことにより通常の露光またはエッチングマスクと同じ扱いをすることが出来る。

【0086】また、金属膜を重ねたマスクは低エネルギー密度のアブレーションに好適であることは言うまでもない。

〔第6の目的を達成するための構成〕本発明の第6の目的である簡単な構成で露光マスクとガラス基板とを高精度で一合わせする位置合わせ装置を備えた液晶表示素子の製造装置の構成は下記のとおりである。

【0087】(1) 液晶表示素子を構成するガラス基板等の被加工物に塗布したレジスト膜の形成面に露光マスクを介してエキシマレーザー光の照射で所定のパターンニングを行う液晶被装置において、上記露光マスクの一部に位置合わせマークを形成し、被加工物と位置的に対応させて互換できかつ露光マスクの位置合わせマークの投影部にて螢光を発する基板を備え、この基板の螢光箇所に基づいて露光マスクと被加工物との位置合わせを行うように構成したことを特徴とする。

【0088】(2) 被加工物のレジスト膜の形成面にフォトマスクを介してエキシマレーザー光とした露光装置において、上記露光マスクには位置合わせマークを形成し、上記露光マスクの位置合わせマークの投影部にて螢光を発するとともに前記加工基板を保持するホルダと、このホルダの螢光箇所に基づいてホルダに対する被加工基板の位置合わせを行う手段とを備えたことを特徴とする。

〔第6の目的を達成するための構成の作用〕上記(1)の構成における被加工物と互換できる基板はエキシマレーザー光によって露光マスクの位置合わせマークを投影させ、その投影箇所において螢光を発する。

【0089】この螢光に基づき、被加工物と位置的に対応して配置される上記基板に投影されて目視できる位置合わせマークは可視可能となり、従来の可視光の投影と全く同等の位置合わせ効果を得ることができる。したがって、被加工物に対する露光マスクの位置合わせが簡単な構成で達成できる。

【0090】また、上記(2)の構成によれば、被加工物を保持するホルダに露光マスクの位置合わせマークが投影されその投影箇所において螢光を発する。そして、この位置合わせマークが投影されるホルダに保持された

10

20

被加工物を当該投影光による螢光の発光箇所に基づいて該ホルダと露光マスクとの位置合わせが可能となる。

〔第7の目的を達成するための構成〕

(1) エキシマレーザー光によるアブレーション加工で発生するデbrisはエキシマレーザーの照射部位(加工部位)に層流を形成し、または(2) ノズルを配置して気体を吹き付けて除去したり、あるいは(3) 当該照射部位に管状のノズルを単数または複数配置し、若しくはエキシマレーザー光の照射領域(加工領域)を囲む環状の吸引ノズルを爆発雲(ブルーム)の速度が吸引の流速より遅くなる被加工物上の位置に設定して用いることによって吸引除去する。

【0091】上記(3)の吸引によるデbris除去装置は、エキシマレーザー光を透過する石英材等よりなる入射窓と、この入射窓に対向して被加工物の加工領域に近接した開口を有する底板と、排気系に接続する排気口と、前記入射窓と前記底板の間の空間と前記排気口の間に形成したノズル構造を備える。上記(3)のデbris除去装置は、エキシマレーザー光を照射するアブレーション加工部に臨んだ位置に真空吸引装置を具備し、前記アブレーションで生じたデbrisを吸引して除去することを特徴とする。

【0092】また、上記真空吸引装置に少なくとも1つの管状ノズルを備え、この管状ノズルをアブレーションによるブルームの速度が真空吸引の流速より遅くなる被加工物上の位置に設置する。さらに、上記真空吸引装置にアブレーション加工部を囲む環状の吸引ノズルを備え、アブレーションによるブルームの速度が真空吸引の流速より遅くなる被加工物上の位置に設置する。

【0093】そして、上記真空吸引装置にエキシマレーザー光を透過する石英材よりなる入射窓と、被加工物のアブレーション加工部の領域より略2mm以上広くかつ入射窓と対向する出射口を有する底板と、排気系に接続する排気口と、入射窓と前記底板との間の空間と前記排気口の間でエキシマレーザー光の光路から外れた部分での流速が25m/s以上となるノズル状構造を備え、底板を被加工物から略1mm以下の間隔をもって設置する。

〔第7の目的を達成するための構成の作用〕前記したように、エキシマレーザー光の照射によるアブレーションは、高いエネルギー密度を持つ紫外エキシマレーザー光が物質に照射されると、当該レーザー光の当たった部分の物質が光分解して飛散する現象と定義される。なお、このときの光分解(解裂)は爆発状態であり、デbrisは爆発雲(ブルーム)となって飛散する。

【0094】従って、このアブレーション現象を利用し、例えば、あるパターンをマスクにして、これをエキシマレーザー光で照明し、被加工物の表面に結像すれば、上記のマスクパターンの通りの形状が表面加工物の表面に形成されることになる。可視光以上の波長のレー

30

40

50

21

レーザー光では、レーザー光の照射による物質の分解は、主として熱過程（熱分解）によって起こるが、エキシマレーザー光を用いた場合は、特に多くの有機物に対しては化学結合を直接切断する非熱過程により分解するため、現状では主としてマイクロマシニング等の超精密加工の分野で利用されている。

【0095】実際には、このエキシマレーザー光のアブレーション現象を利用した加工技術は、上記マイクロマシニングの分野のみならず、TFT等の製造における薄膜成形プロセスにも適用することが可能であり、アブレーションに適合したレジスト材を選ぶことにより、従来のフォトリソグラフィー技術を用いた露光と現像のプロセスを同時にできるアブレーション現象、同じくアブレーション剥離等への応用も考えられている。

【0096】アブレーション現象は20~30 nsのパルス幅のエキシマレーザー光が高エネルギー密度で物質を光分解するので、上記したように、一種の爆発現象と理解される。図10はエキシマレーザー光のパルスにディレイ同期した色素レーザー（パルス幅約5 ns）によるアブレーション現象のシャドウグラフを模式的に示すアブレーション現象の説明図であって、15a~15fはエキシマレーザー光の照射により生じたデブリスの振る舞いの概念形状、16, 16'はショックウェーブ、17は被加工物を示す。

【0097】同図はノボラック系の樹脂に波長248 nm、エネルギー密度100 mJ/cm<sup>2</sup>のエキシマレーザー光を照射した場合である。まず、被加工物17の表面上に上記のエキシマレーザー光を照射すると、(a)に示すように被加工物17のエキシマレーザー光の照射領域からデブリスが放出された初期状態の浮き上がり15aが生じる。

【0098】放出された気体または軽い微粒子からなるデブリスによってショックウェーブ16が形成される。ショックウェーブ16のフロントの速度は、0.2~0.4 μs以下のディレイ時間では1.5 km/s程度の超音速であるが、これが(b)の1 μs後になると通常の音速のレベルのショックウェーブ16'となる。

【0099】このショックウェーブのウェーブフロントの内側は高い圧力で、これによりデブリス15bの主体である比較的重い粒子が抑え込められているが、(c)の10 μs位の経過時点では内部の圧力が急激に減少するためにデブリス15cは上昇を始め、(d)の20 μs位後から所謂ブルームと呼ばれる霧雲状の噴煙15dが観察される。

【0100】このブルーム15dは、時間の経過に従って(e)の15e、(f)の15fのように形成される。このブルームの空気中の上昇速度、および高さは前記の条件で、100 μsのディレイタイムにおいて、各々20 m/s、および約3 mmである。入射エネルギー

22

一密度が300 mJ/cm<sup>2</sup>の場合、アブレーションのレートは約3倍となるが、ブルームの高さ、上昇速度は高々1.5倍程度である。

【0101】以上のアブレーション現象の挙動は被加工材料によって少しずつ異なり、明確な霧雲状の噴煙が観察されないといった様な変化があり、特に定量的な値は当然材料によって変わってくるが、上記は300 mJ/cm<sup>2</sup>以下の一つの目安である。すなわち、エキシマレーザー光を照射するアブレーション加工部に臨んだ位置に前記アブレーションで生じたデブリスを吸引して除去する真空吸引装置を具備することにより、被加工物の表面に当該デブリスが付着したり、後続のレーザーパルスのエネルギーを減殺させることができない。

【0102】また、少なくとも1つの管状ノズルを備えて、アブレーションによるブルームの速度が真空吸引の流速より遅くなる被加工物上の位置に上記の真空吸引装置を設置したことにより、デブリスを効率よく除去することができる。さらに、アブレーション加工部を囲む環状の吸引ノズルを備えることにより、アブレーションによるブルームの速度が真空吸引の流速より遅くなる被加工物上の位置に上記の真空吸引装置を設置したことにより、デブリスがさらに効率よく除去される。

【0103】そして、上記の真空吸引装置をエキシマレーザー光を透過する石英材による入射窓と、被加工物のアブレーション加工部の領域より略2 mm以上広くかつ入射窓と対向する出射口を有する底板と、排気系に接続する排気口とから構成し、入射窓と底板との間の空間と排気口の間でエキシマレーザー光の光路から外れた部分での流速が25 m/s以上となるノズル状構造を備え、底板を被加工物から略1 mm以下の間隔をもって設置したことにより、デブリスがさらに効率よく除去できる。

#### 【0104】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に示した実施例を参照して詳細に説明する。図11は本発明を適用するアクティブ・マトリクス方式のカラー液晶表示装置の一画素近傍の構成を説明する平面図である。同図に示したように、各画素は隣接する2本の走査信号線（ゲート信号線または水平信号線）GL（ゲートライン）と、隣接する2本の映像信号線（ドレイン信号線または垂直信号線）DL（データライン）との交差領域内（4本の信号線で囲まれた領域内）に配置されている。

【0105】各画素は薄膜トランジスタTFT（TFT1, TFT2）、透明な画素電極ITO1および保持容量素子Cadd（付加容量）を含む。走査信号線GLは図では左右方向に延在し、上下方向に複数本配置されている。また、映像信号線DLは上下方向に延在し、左右方向に複数本配置されている。なお、SD1はソース電極、SD2はドレイン電極、BMはブラックマトリク

23

ス、F I Lはカラーフィルタである。

【0106】また、図12は図11の3-3線に沿って切断した要部断面図であって、液晶層LCを基準にして下部透明ガラス基板SUB1側には薄膜トランジスタTFTおよび透明画素電極ITO1が形成され、上部透明ガラス基板SUB2側にはカラーフィルタFIL、遮光膜すなわちブラックマトリクスBMが形成されている。この上部透明ガラス基板を一般にカラーフィルタ基板と称する。

【0107】透明ガラス基板SUB1、SUB2の両面にはディップ処理等によって形成された酸化シリコン膜SiOが設けられている。上部透明ガラス基板SUB2の内側(液晶層LC側)の表面には、ブラックマトリクスBM、カラーフィルタFIL、保護膜PSV2、共通透明画素電極ITO2(COM)および上部配向膜ORI2が順次積層して設けられている。

【0108】従来の液晶表示素子用カラーフィルタの製造法は、Cr等の金属膜でブラックマトリクスBMを形成する部分を除いて、現像機能を持つ材料を露光、現像により、また、現像機能を持たない材料を用いる場合はリフトオフ等の手段によりパターン形成を行っている。これに対し、本発明では、液晶表示素子を構成する下部透明ガラス基板SUB1およびカラーフィルタFILや遮光膜すなわちブラックマトリクスBMが形成される上部透明ガラス基板SUB2の各薄膜のバーニングは、エキシマレーザー光のアブレーション現象を利用した加工で形成することで、高精度の液晶表示装置を製造することができる。

【0109】図13、図14および図15は下部透明ガラス基板にTFTを構成する薄膜多層構造のバーニングによる形成工程の説明図である。なお、各図中、第1フォト、第2フォト、・・・は被加工薄膜を覆ってレジスト膜を塗布し、これを露光マスクを介してエキシマレーザー光を照射する本発明による露光/現像一体プロセスを示す。また、各図の左側は図12のTFT部分、右側は端子引出し部分、中央はプロセスの説明である。

【0110】工程A(図13)

まず、7059ガラス(商品名)からなる下部透明ガラス基板SUB1の両面に酸化シリコン膜SiOをディップ処理により形成した後、500°C、60分間のベーリングを行う。下部透明ガラス基板SUB1の上に膜厚が1100Åのクロムからなる第1導電膜g1をスパッタリングにより成膜し、この上にレジストを塗布してエキシマレーザー光を用いた第1フォト工程を実行してレジストパターンを形成する。

【0111】次に、エッティング液として硝酸第2セリウムアンモニウム溶液で第1導電膜g1を選択的にウエットエッティングする。これによって、ゲート端子GTM、ドレイン端子DTM、ゲート端子GTMを接続する陽極酸化バスラインSHg、ドレイン端子DTMを短絡する

10

バスラインSHd、陽極酸化バスラインSHgに接続された陽極酸化パッド(図示せず)を形成する。

【0112】工程B(図13)

膜厚が2800ÅのAl-Pd、Al-Si、Al-Si-Ti、Al-Si-Cu等からなる第2導電膜g2をスパッタリングにより形成する。レジストを塗布し、エキシマレーザー光を用いた第2フォト工程を実行してレジストパターンを形成する。

【0113】次に、リン酸と硝酸と冰酢酸で第2導電膜g2を選択的にエッティングする。

工程C(図13)

そして、陽極酸化用マスクAOの第3フォト工程を実行し、レジストパターンを形成する。次に、3%酒石酸をアンモニアによりPH6.25±0.05に調整した溶液をエチレングリコール液で1:9に希釈した液からなる陽極酸化液中に基板SUB1を浸漬し、化成電流密度が0.5mA/cm<sup>2</sup>になるように調整する(定電流化成)。

【0114】次に、所定の膜厚のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が得られるのに必要な化成電圧125Vに達するまでの陽極酸化を行なう。その後、この状態で数10分保持するのが望ましい(定電圧化成)。これは、均一なAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜を得る上で大事なことである。これによって、第2導電膜g2が陽極酸化され、走査信号線GL、ゲート電極GT、および電極PL1上に膜厚が1800Åの陽極酸化膜AOFが形成される。

【0115】工程D(図14)

プラズマCVD装置にアンモニアガス、シランガス、窒素ガスを導入して、膜厚が2000Åの窒化Si膜を形成し、プラズマCVD装置にシランガス、水素ガスを導入して、膜厚が2000Åのi型非晶質Si膜を成膜した後、プラズマCVD装置に水素ガス、ホスフィンガスを導入して、膜厚が300ÅのN(+)-型非晶質Si膜を形成する。

【0116】工程E(図14)

レジストを塗布し、エキシマレーザー光を用いた第4フォト工程を実行し、レジストパターンを形成する。次に、ドライエッティングガスとしてSF<sub>6</sub>、CC14を使用してN(+)型非晶質Si膜を選択的にエッティングすることにより、i型半導体層ASの島を形成する。

【0117】工程F(図14)

レジストを塗布し、エキシマレーザー光を用いた第5フォト工程を実行し、レジストパターンを形成する。次に、ドライエッティングガスとしてSF<sub>6</sub>を使用して、窒化Si膜を選択的にエッティングする。

工程G(図15)

膜厚が1400ÅのITO膜からなる第1導電膜d1をスパッタリングし、レジストを塗布してエキシマレーザー光を用いた第6フォト工程を実行し、レジストパターンを形成する。次に、塩酸と硝酸の混合液をエッティング

30

50

25

液として第1導電膜d1を選択的にエッチングすることにより、ゲート端子GTM、ドレイ端子DTMの最上層および透明画素電極ITO1を形成する。

## 【0118】工程H(図15)

膜厚が600ÅのCrからなる第2導電膜d2をスパッタリングで形成し、さらに、膜厚が4000ÅのAl-Pd、Al-Si、Al-Si-Ti、Al-Si-Cu等からなる第3導電膜g3をスパッタリングにより形成する。レジストを塗布し、エキシマレーザー光を用いた第7フォト工程を実行してレジストパターンを形成する。

【0119】第3導電膜g3を工程Bと同様の液を用いてエッチングし、また、第2導電膜d2を工程Aと同様の液を用いてエッチングして、映像信号線DL、ソース電極SD1、ドレイン電極SD2を形成する。次に、ドライエッチング装置にCC14、SF<sub>6</sub>を導入してN(+)型非晶質Si膜をエッチングすることにより、ソースとドレイン間のN(+)型半導体層d0を選択的に除去する。

## 【0120】工程I(図15)

プラズマCVD装置にアンモニアガス、シランガス、窒素ガスを導入して、膜厚が1μmの塗化Si膜を形成する。レジストを塗布し、エキシマレーザー光を用いた第8フォト工程を実行し、レジストパターンを形成する。次に、ドライエッチングガスとしてSF<sub>6</sub>を使用した写真刻技術で塗化Si膜を選択的にエッチングすることにより、保護膜PSV1を形成する。

【0121】上記の如く、金属膜のエッチングにはウエットエッチングを、半導体膜や絶縁膜のエッチングにはドライエッチングを採用している。なお、各フォト工程後のレジスト膜の剥離は、エネルギーを絞ったエキシマレーザー光を全面照射することで行われ、従来のような剥離材を用いたウエット処理は行わない。

【0122】カラーフィルタ側の基板PSV2の薄膜加工も同様に、ブラックマスク材料、カラーフィルタ材料の塗布と露光マスクを用いたエキシマレーザー光によるフォト工程で行われる。このように、本発明によれば、レジストの現像、剥離に液体を用いないため、工程の簡素化と環境への影響を無くすことができると共に、液晶表示素子の各基板を低成本で製造できる。

【0123】次に、エキシマレーザー光を用いた露光/現像装置の実施例を説明する。図16は本発明による液晶表示素子の製造方法に使用する露光機の光学系の概略を説明する模式図であって、1はエキシマレーザー、2は照明光学系、2'は反射ミラー、11aはX-Yマスクテーブル、8は結像レンズ系、11bはX-Y基板テーブル、7は露光マスク(但し、多層膜面は下側)、10は基板である。

【0124】露光光源であるエキシマレーザー1は、波長308nm、出力800mJのレーザー光を繰り返し

26

周波数350Hzで発振する。照明光学系2は与えられた形状内で均一な強度分布を持つ様にビームプロファイルを整形するホモジナイザー光学系で、ミラー2'を介してX-Yマスクテーブル11a上に設置された露光マスク7を照明する。

【0125】露光マスク7は誘電体多層膜マスクであり、エキシマレーザー光はこの露光マスク7を例えば4mm×90mmのスリット状に照明する。結像レンズ系8は1:1のテレセントリック対称レンズからなり、口径120mmφ、NA=0.1であり、露光マスク7の開口パターン像をX-Y基板テーブル6上に設置した基板10に投射する。結像レンズ系8の構成によって、露光マスク7の開口パターンと基板10上の像は鏡像の関係にある。

【0126】X-Y基板テーブル11bは最大900mm×700mmサイズの基板を搭載できる。また、X-Yマスクテーブル11aは最大650mm×650mmサイズ(650□)の露光のマスクを搭載することができる。本実施例では、800mm×450mmサイズのガラス基板にピクセル(画素)ピッチ0.12mm、1024×(1920×3)の画素の表示部をもつTFT層を構成した。表示部の面積は368.64mm×691.2mm、すなわち対角78.7cm(31インチ)である。

【0127】この露光/現像装置を具体化したものが前記図3に示した。エキシマレーザーの出力光の面積は小さいので、露光マスクへの照射光はスリット状に形成し、露光マスクとガラス基板とを相対的に移動させて全表示面積を完成させる。実際の表示面の大部分は画素の繰り返し部分であり、分割の単位をこの繰り返し部分をこの単位で分割する。

【0128】図17は本発明の液晶表示素子の製造方法におけるステップースキャン用露光マスクのための基板パターンの分割原理の説明図であって、10はガラス基板、10aは画素部、10bと10cは端子部、①～⑤は分割領域を示す。ここで、基板側の各分割領域②、③、④は、同一の繰り返しパターンからなり、画素部10aと上下の端子部10c、10c'から構成される。また、分割領域①は、左側の端子部近傍のパターン10b、分割領域⑤は、右側の端子部近傍のパターン10b'から構成される。

【0129】図18は本発明による液晶表示素子の製造方法において使用される露光マスクの構成例を模式的に説明する平面図であって、露光マスクの多層膜面側からみた図である。同図において、7は露光マスクで、本実施例では3種類の開口パターンが形成されている。すなわち、第1の開口パターン部分は画素部10aに対応する開口パターン7aと上下の端子部10c、10c'に対応する開口パターン7c、7c'が合成された部分で、露光時には、基板の分割領域②、③、④に対応し

て、Y軸方向にシフトさせ、同一パターンを3回繰り返して露光する。

【0130】第2の開口パターン部分は、端子部近傍のパターン10bに対応する開口パターン7b部分、第3の開口パターン部分は、端子部近傍のパターン10b'に対応する開口パターン7b'部分が石英基板上に形成されている。12aは前記第1の開口パターン部分を照射している状態のエキシマレーザー光、12bは前記第2の開口パターン部分を照射している状態のエキシマレーザー光、12cは前記第3の開口パターン部分を照射している状態のエキシマレーザー光で、分かり易くするために露光領域毎に示したが、これらのエキシマレーザー光は固定された一本である。また、各開口パターンの境界部分には、遮光部分SH部としての7d、7d'、7e、7e'部分を形成する。

【0131】露光マスクの遮光パターン部(SH部)は、石英基板上に酸化膜HfO<sub>2</sub>およびSiO<sub>2</sub>の1/4波長(λ/4)膜による多層膜を形成したもので、308nmの垂直反射率が70%以上に設定している。エキシマレーザー光が通過する露光マスクの開口パターン部は、ドライエッチによりこの多層膜を除いた部分である。

【0132】本例では、露光ステップ時間の短縮と繰り返しパターン部分のつなぎ精度を考慮し、X方向のスキャナの繰り返しは行わず、したがって、基板上のX方向の表示部分の幅とほぼ等しい大型の露光マスク7を使用した。しかし、更に大型の表示面積となった場合は、この露光マスク7に形成した端子部の開口パターン7b、7b'は図17の基板の分割領域①および⑤のX方向サイズの整数分の1に、また画素部の開口パターン7aは分割領域②～④に対してX方向およびY方向に整数分の1の大きさとし、開口パターン7a、7b、7b'、7c、7c'の5種類のパターン部を形成し、境界部分を遮光SH部分で形成し、X方向およびY方向にシフトさせて大型基板のレジストパターンを形成することも可能である。

【0133】露光マスク7を照射するエキシマレーザー光12a、12b、12cは露光マスクと基板の相対移動方向(矢印X)に直交する方向に長いスリット状で固定されており、このエキシマレーザー光に対して露光マスクと基板を相対移動させることで基板の全面をスキャンしてそのレジストをバーニングする。この際、露光マスク7のパターンは、結像レンズによってガラス基板10上にY軸に対する鏡像として写像される。更に、露光に際しては、露光マスク7のパターンが形成された多層膜面をガラス基板10のパターン形成面とが対面するように配置する。

【0134】このため、図17の分割領域①のレジストパターン形成時は、露光マスク7をY軸に対して裏返した後、露光マスクの左上のスタート部Bが、静止してい

る結像レンズを原点とするY軸に対して、対応するガラス基板10の左上に鏡像が形成される位置に初期設定する。静止している結像レンズに対して露光マスク7とガラス基板10をX方向に同一速さvで各々反対方向にスキャンする。ここで、速さvは、

$$v = d f / n \quad n : \text{レジストがアブレーションされるショット数}$$

f : レーザーの繰り返し周波数(ショット/秒)

d : スリットの幅(X方向、短い幅)(cm)

v : スキャンスピード(cm/秒)

である。

【0135】すなわち、左上のスタート部Bで示すスキャン開始位置は、パターンを外れた個所から開始し、X方向のスキャンの繰り返しは行わず、1回のスキャンで分割領域①のレジストパターン形成を終了する位置Cまで行う。スキャンスピード(v)とアブレーションレートとの間には一定の関係があり、レジスト膜厚、材質を考慮して、最適なスピードでスキャンする必要がある。

【0136】これにより、基板の全ての領域のレジストが所定のパターンに露光され、露光マスクのパターンがエキシマレーザー光のアブレーションによって現像されて除去される。なお、上記ではエキシマレーザー光はレジストの除去のみとして説明したが、レジストの除去と同時にその下層の薄膜もアブレーションすることで当該薄膜に所定のバーニングを施すことができる。

【0137】次に、本発明による液晶表示素子の製造方法の実施例を説明する。

【実施例1】縦270mm×横200mm、厚さ1.1mmのガラス基板を用いてTFT方式液晶表示素子を製造した。TFTのパターンは、640×480画素の所謂VGAであり、画素ピッチは0.33mmである。

【0138】R、G、Bの3色は縦ストライプで、したがって水平方向のドットピッチは0.11である。画面の全体配置は図17に示したとおりで、211.2mm×158.4mmの画面領域と周辺の端子領域とからなり、全体のパターン領域、すなわちステップースキャンの面積は約225mm×185mmである。画素領域を3等分し、ゲート端子側と液晶封入側を各々1領域とする5分割としたものに対応した露光マスクは、図18に示したように、3種類の開口パターンからなる。画素領域7aの水平幅は70.4mmで、640ドットを含む。

【0139】波長248nmのエキシマレーザーを光源とし、露光マスクへの照明光は5mm×75mmのスリット状とした。結像レンズはテレセントリック対称レンズで、N.A.(開口数)は0.2である。ガラス基板面上のエネルギー密度は100mJ/cm<sup>2</sup>である。スキャン距離は185mmで水平方向へステップ状に5回の移動を行う。

【0140】レジスト膜の材料としては、イミド樹脂を

用いた。この場合のアブレーションレートはエネルギー密度 $100\text{mJ/cm}^2$ に対して $0.05\mu\text{m/shot}$ であった。このレジスト膜に対して上記したエキシマレーザー光の露光を行い、TFT基板、カラーフィルタ基板の作成と液晶層の封入、および駆動ICの実装とバックライトの組込みを行って液晶表示装置を完成した。  
【0141】このようにして完成した液晶表示装置により、高品質の画像表示を得ることができた。

【実施例2】実施例1で用いたイミド樹脂の代わりにメラミン樹脂をレジスト膜として用いた。この場合、 $100\text{mJ/cm}^2$ のエネルギー密度で $0.04\mu\text{m/shot}$ のアブレーションレートで加工し、TFT基板、カラーフィルタ基板の作成と液晶層の封入、および駆動ICの実装とバックライトの組込みを行って液晶表示装置を完成した。

【0142】このようにして完成した液晶表示装置により、同様の高品質の画像表示を得ることができた。

【実施例3】実施例2で用いたメラミン樹脂の代わりにエポキシ樹脂をレジスト膜として用いた。この場合、 $100\text{mJ/cm}^2$ のエネルギー密度で $0.045\mu\text{m/shot}$ のアブレーションレートで加工し、TFT基板、カラーフィルタ基板の作成と液晶層の封入、および駆動ICの実装とバックライトの組込みを行って液晶表示装置を完成した。

【0143】このようにして完成した液晶表示装置も上記実施例と同様に、高品質の画像表示を得ることができた。次に、前記図3で説明した本発明の液晶表示素子の製造方法に用いる露光装置（アブレーション現像機）について詳細に説明する。図19は本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機におけるレンズアレーによるエキシマレーザー光の分割を説明する原理図であって、一対のレンズアレー4a, 4bに平行化されたエキシマレーザーの光ビーム3aを入射させ、その光ビーム面積の分割を行うと共に、集光部をレンズアレー4a, 4bの間の空間に位置させることによって、光学部品（レンズアレー4a, 4b）のダメージを防ぐようしている。

【0144】図20は本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機の照明光学系の説明図であって、レンズアレー4a, 4bによる図2で説明した光源の分割に覗いて、レンズ5aとレンズ6aによってレンズアレー4bから入射するエキシマレーザー光の各光束は露光マスク7aの面に均一な照明を行うと共に、結像レンズの入射瞳9a上に結像される。

【0145】一般に、エキシマレーザーの光ビームのエネルギー空間分布、すなわち光ビームのビームプロファイルはガウス分布に近い分布を示す。図21は本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機の露光マスクの照明光の均一化の説明図であって、同図(a)に示すように分布の中心すなわちエキシマレーザー

一の光ビームの光軸に対して対称かつ分割部がほぼ直線になるように分割すると、集光レンズによってレクチル面では同図(b)に示すように対称に重なり合って一様な分布を実現できる。すなわち、中心軸に対して対称なビームプロファイルの場合、前記図19のレンズアレーの数は偶数かつ光軸はその中心を通る構成とすることが有利である。

【0146】また、一般に、エキシマレーザー光のビームプロファイルは正方形でなく、かつレクチルへの照射面積も正方形とは限らないので、前記図19に示した分割用のレンズは単純な球面レンズではない。すなわち、レクチル上の照明形状、結像レンズの入射瞳の位置およびレーザー光源と露光マスクの距離によって、図20に示した照明系レンズ4~6の形状が決定される。

【0147】特に、レクチル面の照明光の形状が長方形の場合、照明光学系を各々独立な直交する光学系に分割することができる。この場合、個々のレンズとして円筒形もレンズを用いることによりコストが低減されると共に、調整が簡単になる。ただし、図20に示したレンズ6aは露光マスク面上に必然的に近くなるので、上記したように直交光学系で分離された二つのレンズを一つに纏めた方が便利な場合もある。

【0148】さらに、 $248\text{nm}$ 以下の波長を用いると、紫外光と雰囲気物質の相互作用によって生じた物質がレンズ面に付着して透過率を落とす場合がある。これを避けるためには、照明光学系を窒素雰囲気の容器に収納することが有効である。この様に、レンズの点数をできるだけ少なくした方が良い。この点はコストパフォーマンスから決定されるべきである。

【0149】エキシマレーザー光の集光が光学部品に当たらない様にすると、結像レンズの構造にも制限が出てくる。一对一（1:1）のエキシマレーザー光用結像レンズとして従来から検討されている方式は、オフナー（Offner）、ウェイン-ダイソン（Wynne-Dyson）、テレセントリック対称型レンズ等があるが、前二者は反射、屈折系の組合せで構造が複雑であるが、収差のコントロールが容易である。

【0150】一方、対称型レンズは構造が簡単で、かつ集光面は空間中にあるため構成レンズのダメージがない。ただし、対称型レンズの場合、大口径化しようとコスト高となり、大面積のパターン形成を行うための方法が問題になる。本発明では、大面積のパターン形成の方法として、一对一の露光マスクと対称レンズおよび長方形照明を用いて、露光マスクとカラーフィルタ基板等の加工物を相対的に移動させて走査する方式としたものである。

【0151】図22は本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機の走査方式を説明する模式図であって、照明領域10aが固定された露光マスクと加工物（ガラス基板）の上を移動すると考え、走査は

## 31

移動方向を交互に変えるか、また同一方向に移動させるかの何れでもよい。ただし、前者の方が加工時間が短くなる。

【0152】このような走査方式での本質的な問題は、照明光の重なりの領域である。この重なりが僅かにすれても、照明領域の長さが長いと目視でも明らかに認できることは言うまでもない。この重なり領域におけるずれは走査における機械的な変動と光学系による像歪の二つの要因が考えられる。前者については、高精度のX-Yテーブルによって対策することが可能であるが、後者については収差のないレンズを作ることが困難であることから、他の対策を施す必要がある。

【0153】図23は本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機の走査における照明領域の位置設定例の説明図であって、露光マスク7の直上にナイフエッジ12を置いて、その端部が繰り返しパターン7bの丁度中間に位置するように設定したものである。これによって、入射光7aの端部は繰り返しパターン7bで重なるため、重なりにずれがあつても処理したパターンに影響を与えない。

【0154】なお、上記ナイフエッジに代えて帯状パターンを持つ露光マスクを用いてもよい。端部のぼけは、幾何光学では物体位置のずれと結像レンズの焦点深度等に依存する。ただし、結像レンズをテレセントリックにしておくと、像の大きさは変わらず、ただ端部がぼけるだけである。このぼけ量は、第一近似で、 $b \text{NA} \delta_a / (f a)$  で与えられる。ここで、aは物体点距離、bは像点距離、fは焦点距離、NAはレンズのN. A.、 $\delta_a$ はナイフエッジ等の露光マスク面からのずれ量である。

【0155】1:1のレンズでは、 $b/a = 1$ であるから、上式は $\text{NA} \delta_a / f$ となり、一例として $\text{NA} = 0.1$ 、 $\delta_a = 10 \mu\text{m}$ 、 $f = 200 \text{mm}$ とすると、ぼけ量は $5 \mu\text{m}$ となる。ナイフエッジ等の設定における機械的な精度は $\mu\text{m}$ オーダーで可能であるから、TFTレベルのパターン精度と繰り返しパターン形状の場合、ナイフエッジ等をパターン感光体に設定することは十分に可能である。

【0156】上記の方法によって、照明領域のパターン領域での重ね合わせが無いとしても、結像レンズの周辺での収差が大幅に異なると、線状のパターンが目視で認識される。したがって、少なくともレンズ口径での一方の特に周辺部の収差が同一の形状を示すことが重要である。図24は本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機のエキシマレーザー光源部と現像光学系を分離壁で独立させた清浄度が異なる部屋に設置したアブレーション現像装置の全体構成の説明図であって、エキシマレーザー（紫外光パルスレーザー）からなる光源部20から出射したレーザー光ビームを分離壁21に設けた透過窓板24を通してアブレーション現像

## 32

部22に導入する所謂スルーザウオール構成としたアブレーション現像機である。

【0157】同図に示したように、光源部20と露光光学系を含む現像部22を分離し、光源部20から出射したレーザー光ビームを透過窓板24を通してアブレーション現像部22に導入する。このとき、レーザー光のエネルギーの減少を防ぐため、図示したようにミラーによる反射は一回のみとした方が望ましい。

【0158】また、振動を防止するために、光源部20と現像部22を防振台23上に設置している。また、上記の防振台23に加えて、あるいは防振台に代えて、透過窓板24をレーザー光ビームと露光光学系22aや結像光学系22bを含む現像光学系の相対的な振動に対応して傾けることにより、振動に起因するレーザー光ビームのずれを補正するように構成することができる。

【0159】図25は本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機のレーザー光ビームが通過する透過窓板を傾斜させることによって光軸を平行移動させるずれ補正方法の説明図であって、透過窓板24の厚みをD、屈折率をn、透過窓板の傾きをθとしたとき、レーザー光ビームのずれ量dは $D \theta (1 - 1/n)$ となる。

【0160】レーザー光源からの相対的な光ビームのずれのうち、照明領域の長手方向のずれが本質的であるので、実用上これのみを対策すればよい。すなわち、この方向のずれ成分のみを掲出し、サーボ機構により透過窓板24の傾きを変えることで上記したずれを補正できる。以上の説明および前記本発明の各構成によって、紫外光パルスレーザーのアブレーション現象を利用した大面积かつ高精細度のパターン加工が可能となる。

【0161】以下、本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機の実施例についてさらに具体的に説明する。

【実施例4】図26は本発明の第4実施例を説明するためのアブレーション現像機の露光光学系の構成の模式図であって、図3と同一部分には同一符号を付してある。

【0162】本実施例では、光源としてKrF(波長248 nm)を用い、繰り返し周波数250 Hz、出力エネルギー密度600 mJ/cm<sup>2</sup>のエキシマレーザーを用いる。露光光学系は同図に示したようなレンズ系の配置とし、その照明レンズ系はスリット状の照明光とするために、X方向とY方向のそれぞれ独立した系とした。

【0163】照明光学系は前記図20に示したとおりであり、4X、4Yは各々X方向のレンズ4、Y方向のレンズ4を表す。以下、4X'、4Y'、5Y、5Y'、6X、6Yについても同様である。また、図27は本実施例における光源の分割に用いる円筒形レンズのX方向とY方向の配置例を説明する模式図である。

【0164】同図において、(a)はX軸方向の円筒レンズ、(b)はY方向の円筒レンズの各配置方向を示

33

し、(a)と(b)は直交して配置される。これらのレンズ4Xと4Yの接着は光学コンタクトによる。エネルギーの損失を少なくするために、レンズは全て99%以上の透過率を保証する様、ARコーティングを施してある。

【0165】この照明光学系によって、露光マスク面での最大照明显面積は80mm×2mmである。この面積内のエネルギー密度の分布は±5%以下である。照明光のスリットの長さはブレードによって調節するが、端部のエネルギー分布の立上りは20μmである。露光マスクはSiO<sub>2</sub>とHfO<sub>2</sub>の1/4入膜をRIE(リアクティブイオンエッティング)によりパターン形成したもの用いる。この露光マスクの基板の大きさは300mm×225mmで、厚さは5mmである。

【0166】図28は本実施例における露光マスクの開孔パターンの一例としての液晶表示装置のカラーフィルタ側ガラス基板に形成するブラックマトリクス(BM)パターンの一例とスリット照明とするためのブレードの配置関係の説明図である。BMパターン現像のための露光マスク7に形成した開孔パターンの開孔部7cのピッチは0.33mm×0.11mmで、照明領域の長辺を52.8mmにとり、ブレード12の端部12aが開孔パターン7cの長手方向の最小幅内に収まるように当該ブレード位置を調整する。上記の最小幅は72μmあり、ブレード位置の調整は容易である。

【0167】なお、BM形成材料としてはポリイミド系高分子を主体とする母体にカーボンブラックを分散したもの用いる。この材料のアブレーションレートは、300mJ/cm<sup>2</sup>のエキシマレーザー光入力に対して0.1μm/shotである。また、塗布膜厚は1.2μmでサイト当たり(単位現像領域当たり)15shotのエキシマレーザー光を加えた場合、アブレーションの実質時間は1.9秒、横方向のサイト移動、露光マスクのアライメント等に要する時間を加えて約30秒で10.4インチのディスプレイ用カラーフィルタ基板のBMを加工することができる。

【実施例5】図29は本発明の第5実施例を説明するためのカラーフィルタのアブレーション現像によるパターンングの模式図である。

【0168】本実施例は、前記実施例と同一の装置構成を用い、前記図23に示した露光マスクを用いて縦ストライプ状のカラーフィルタR, G, Bの各カラーフィルタをアブレーション現像を行うものである。同図において、13は液晶パネルのカラーフィルタ基板、14aは第1色のカラーフィルタ、14bは第2色のカラーフィルタ用レジスト層である。

【0169】このカラーフィルタの形成の際、ブレード12で設定する照明領域スリットの長さを70.4mmとし、ブレード12の端部が露光マスク7の遮光部7aにかかるように位置づけてエキシマレーザーからの入射

10

34

光7aを照射して第1色のカラーフィルタ14aをアブレーション現像する。その後、第2色のカラーフィルタ用レジスト層14bを塗布し、露光マスク7をフィルタピッチ分移動させてアブレーション現像を行う。以下、同様にして第3色のカラーフィルタを現像して液晶パネル用カラーフィルタを形成する。なお、ここでは、BMは省略してある。

【0170】これにより、乾式方式で液晶パネルのカラーフィルタ基板に3色のカラーフィルタを形成できる。

【実施例6】本実施例は、前記実施例4のアブレーション現像機を用い、またアブレーション用レジスト材を用いてTFT基板の各層に対するレジストパターンを形成し、エッティングと上記レジストのエキシマレーザー光によるアブレーション現像による剥離によって各層のパターンを形成する。

【0171】これにより、液晶パネルのTFT基板に所要のTFT層を形成できる。次に、本発明による露光マスクを用いたステップースキャンによるアブレーション現像の実施例を説明する。前記図18の説明したように、露光マスクのサイズは大幅に減少するが、ステップースキャンでの分割部の繋ぎ目部分が表示性能に影響を及ぼす可能性があるが、本発明ではこれは本質的なものではなく、X-Yテーブルの機械精度の問題である。特に、液晶表示素子の製造の場合、遮光部により僅かなずれは補正される。したがって、遮光部を精度よく作ることが重要である。

【0172】図30は本発明による液晶表示素子の製造方法に使用するアブレーション露光機の露光マスクの好ましい分割線の説明図、また図31は避けるべき分割線の説明図であって、80は遮光部(SH)、81は開口パターン、82, 83は分割線を示す。露光マスクの分割線は図30の(a) (b)に示したように隣接する開口パターン81間の遮光部80上を通る位置とすれば、図31の(a) (b)に示したような開口パターン81上を通る位置とするより露光時のずれが目立ち難い。

【0173】なお、このような分割方法はエキシマレーザーのアブレーション現象を用いたリソグラフィにのみ適用されるだけでなく、高圧水銀灯を光源とする通常のフォトリソグラフィにも用いることができる。この場合、結像レンズとしては1:1屈折型の対称レンズだけではなく、小型のミラー・プロジェクションタイプも用いることができる。露光装置のコストを大幅に下げることができる。特に、X-Yマスクテーブルはガラス基板のサイズに関わらず一定にしておけるので装置コストをさらに下げることができる。

【0174】ステップースキャン露光による機械的な時間のロスは照射強度、各テーブルのスピードを上げることによりカバーできる。また、本発明ではステップ操作の方に機械的な時間がかかるので、多数個取りよりも枚葉式が有利であり、露光マスクおよびX-Y基板テーブ

40

50

ルのサイズに少し余裕を持たせておき、ある中心サイズとこの前後の基板サイズを取り扱える様な専用機にしておくと良い。ただし、変更する部分はテーブルだけで、光学系は共通である。

【0175】以下、レジストパターンの形成方法につき、図面を参照してさらに詳細に説明する。

【実施例7】図32は本発明による液晶表示素子の製造方法におけるレジストパターン形成方法の実施例を説明する基板の分割例を説明する模式図であって、10は液晶表示素子を構成するガラス基板、10Aは画素部、10Bは左右端子部、10Cは上下端子部である。

【0176】同図のガラス基板は縦(X方向)450mm、横(Y方向)800mmの基板サイズに、縦368.64mm、横691.2mmの画素部10Aを有している。本実施例では、ステップスキャン方式の露光を行うために、ガラス基板10の画素部を縦方向に8等分した分割画素部②～⑨のそれぞれを共通とした1単位とし、図中丸で囲んだ1と10を各々1単位とする。各単位の横幅はエキシマレーザー光のスリットでカバーできるサイズである。

【0177】図33は本実施例に使用する露光マスクの具体例を説明する平面図であって、全体のサイズは縦方向(X方向)が420mm、横方向(Y方向)が280mmである。この露光マスク7の縦方向(X方向)開口パターンのサイズは図32の縦方向(X方向)サイズと同一で、画素部開口パターン7aの縦方向サイズが368.64mmであり、横(Y方向)は画素部を8等分した86.4mmである。

【0178】また、左右端子部開口パターン7bの横方向サイズは10mm、縦方向サイズは368.64+(10×2)=388.64mm、上下端子部開口パターン7cの縦方向サイズは10mm、横方向サイズは画素部7aと同一の86.4mmである。そして、画素部開口パターンと左右端子部開口パターン7bの間と左右端子部開口パターン7dの外側にはエキシマレーザー光によるダメージを回避するための遮光部7d、7d'、7e、7e'が形成されている。

【0179】図中12aはスリット状のエキシマレーザー光の照射状態を示し、その両端部はクローム膜7d、7d'上にかかるように配置される。図示したエキシマレーザー光は画素部開口パターン7aを照射している状態を示しているが、端子部開口パターン7bの照射時も同様にエキシマレーザー光の端部が遮光部7dと7eにかかるように配置される。

【0180】なお、端子部開口パターン7bの外側に配置した遮光部7eを広く取っているのは、露光マスク7をX-Yマスクテーブルに載置した場合に当該露光マスクから外れるエキシマレーザー光がX-Yマスクテーブルをアブレーションして塵埃が発生するのを防止するためである。図34は露光マスクを介したガラス基板上の

10

20

30

40

50

レジストのエキシマレーザー光の照射状態の説明図で、(a)は要部斜視図、(b)は露光マスクの要部断面図であって、露光マスク7の画素部を露光している状態を示す。

【0181】同図において、1aはエキシマレーザー光、71は石英ガラス基板、7'は誘電体多層膜、7aは画素部パターン、7bは端子部パターン、70は開口パターン、8は結像レンズ、12は露光マスク、12aは露光マスクの要部斜視図、(b)は露光マスクの要部断面図であって、露光マスク7の画素部を露光している状態を示す。

【0182】このとき、露光マスクのアブレーションと同時に下層の薄膜もアブレーションで除去することも可能である。なお、露光マスクを形成して、所要のエッチング処理を施した後、不要となった残留露光マスクをエキシマレーザー光の全面照射で除去することもできる。

【0183】このように、本実施例の露光マスクは従来の1:1マスクの1/3の面積で良く、露光マスクの製作コストが大幅に低減される。ここで用いるアブレーション用露光マスクは100mJ/cm<sup>2</sup>のエネルギー密度で10回照射(10shot/site)でアブレーションが完了する。スキャン領域は400mmで、上記の様に10回のスキャンで基板全面のパターニングが完成する。従って、スキャン時間は28.6秒、10回のステッピング時間が10秒、搬送、脱着、基板と露光マスクのアラインメントに要する時間を加えて約45秒のタクトタイムで31インチ対角のTFT基板が完成した。次に、本発明における露光マスクの製造方法の実施例を説明する。

【0184】露光マスクは、光屈折率層と低屈折率層の対からなる誘電体層を3層(即ち、高屈折率と低屈折率の成膜材料の総層数は6層)とし、追加の高屈折率層としてHfO<sub>2</sub>を用い、金属膜の層として厚み100nmのCrとした。このときの誘電体層の透過率は約10%であり、400mJ/cm<sup>2</sup>のマスク面への入射エネルギー密度に対して、Cr(クロム)は充分な耐性を示した。

【実施例8】図35は本発明による液晶表示素子の製造に使用するエキシマレーザー露光機の露光マスクの材料である高屈折率層材料と低屈折率層材料の組み合わせと10%以下の透過率の最小層数の説明図である。

【0185】本実施例では、前記図8に示した構成において、図35に示す高屈折率材料と低屈折率材料の組み合わせと、層数(対)及び高屈折率材料のいずれかの追加層によって、誘電体層部分の透過率が10%以下のマスクを得ることができた。この場合、金属膜の層を除去

したマスクによっても、エネルギー密度が $400\text{mJ/cm}^2$ のエキシマレーザー光の入力に対して、閾値が $5\text{mJ/cm}^2$ のレジスト膜の高精度のアブレーションパターンを得ることが出来た。

【0186】図36は本発明による液晶表示素子の製造に使用するエキシマレーザー露光機の露光マスクの製造方法の一例を説明する概略工程図である。同図において、まず、(a) 紫外光に対して透明な石英ガラス基板90上に光路長が使用紫外線の $1/4$ 波長の膜厚を持つ第1の誘電体層を形成し、前記第1の誘電体層の上に同じく光路長が $1/4$ 波長でかつ前記第1の誘電体層の屈折率より小である第2の誘電体層を形成してなる誘電体多層膜を成膜後、前記誘電体多層膜の最上層に前記ガラス基板の屈折率より大きな屈折率を持つと共にその光路長が使用紫外線の $1/4$ 波長となる第3の誘電体層を形成して誘電体多層膜91を成膜し、前記誘電体多層膜91の上に金属膜92を成膜する。

【0187】(b) 金属膜92上に感光性レジスト93を塗布し、露光マスク94を介して紫外線95を照射し、現像する。

(c) 現像により残留したレジスト93をマスクとしてエッチング媒体96を適用しホトリソグラフィー工程により金属膜92をバーニングする。

(d) 金属膜92のバーニング後、残留レジストを除去してバーニングした金属膜92の層を得る。

【0188】(e) バーニングした金属膜92の開口パターンをマスクとしてエッチング媒体97を適用して誘電体多層膜91をエッチングする。

(f) 上記エッチングにより誘電体多層膜91をバーニングし開口パターンを形成することにより、石英ガラス基板90上に多層誘電体膜91とこの上に重畠した金属膜92からなるエキシマレーザー加工用の露光マスクを得る。

【0189】なお、本発明による露光マスクすなわちエキシマレーザー加工用マスクは、上記の方法に限るものではなく、例えば、金属膜上に感光性レジストの開口パターンを形成し、この開口パターンをマスクとしてエキシマレーザーを照射して金属膜とその下層の多層誘電体層をアブレーションで除去することによって露光マスクを得ることも可能である。

【0190】この種の露光機では、露光マスクと被加工物であるガラス基板との位置合わせを精密に行うことが要求される。以下、被加工物であるガラス基板に対する露光マスクの位置合わせ機構の実施例を説明する。

【実施例9】図37は露光マスクと被加工物であるガラス基板との位置合わせ機構の実施例を説明する模式図であって、1aはエキシマレーザー光、7は露光マスク、7Aは位置合わせマーク、8は結像光学系(結像レンズ)、30は蛍光板、30Aは蛍光発光部分、31はビデオカメラ、32は演算装置、33は露光マスク調整機

構、34は焦点・倍率調整機構、35は背面照明ランプである。

【0191】同図において、エキシマレーザ光1aが照射される光路上に、露光マスク7、結像光学系8、蛍光板30、およびビデオカメラ31が配置されている。エキシマレーザー光1aは、その波長がたとえば $248\text{nm}$ で、エネルギー密度が $10\sim20\text{mJ/cm}^2$ に調整されたものとなっている。露光マスク2は、前記したものと同様に、例えば $330\text{mm}\times250\text{mm}$ サイズ、厚さ $5\text{mm}$ の石英基板面に $\text{HfO}_2$ および $\text{SiO}_2$ をそれぞれ $1/4$ 波長の膜厚で交互に各9層重ねた積層体に開口パターンを加工したものとなっている。

【0192】この露光マスク7からの反射率は98%以上で、透過エネルギーとのS/Nは40以上である。そして、この露光マスク7には位置合わせマーク7Aが形成されている。この位置合わせマーク7Aは、例えば、線幅が $20\text{ミクロン}$ 以下(好ましくは、 $5\text{ミクロン}$ )の十字パターンに形成される。なお、位置合わせマーク7Aは、十字パターンに限定されることはなく、樹形等他のパターンであってもよいことは言うまでもない。

【0193】図38は蛍光板の構成を説明する部分断面図である。この蛍光板30はエキシマレーザー光の照射で蛍光を発生する基板であり、同図に示すように、例えば、 $270\text{mm}\times200\text{mm}$ サイズで、厚さ $1.1\text{mm}$ の石英ガラス30a上に蛍光塗料膜30bが約 $500\text{nm}$ の膜厚で形成したものを使用している。エキシマレーザー光1aの照射によって露光マスク7の位置合わせマーク7Aは、 $1:1$ の結像光学系8を介して蛍光板30上に結像され、結像個所の蛍光塗料膜30bが蛍光を発する。

【0194】なお、この場合における蛍光板30の材料としてエキシマレーザー光1Aに対する吸収係数の高い材料を用いた場合には上記した蛍光塗料膜を必ずしも必要とせずに同様の効果が得られる。ビデオカメラ31は定められた基準位置に固定されており、露光マスク7の位置合わせマーク7Aの投影像(蛍光像)30Aを蛍光板30の裏面から撮像する。

【0195】ビデオカメラ31の撮像データ(画像データ)は演算装置32に入力する。演算装置32は投影像30Aの位置を基準位置との対比で演算して投影像のずれ量を検出する。検出された位置ずれデータは露光マスク調整機構33に与えられ、露光マスク調整機構33は露光マスク7の位置を上記位置ずれが0となるように、すなわち正規の位置になるように位置調整する。

【0196】なお、上記位置ずれ量の演算は、例えば、演算装置32に位置合わせマークの投影像30Aの位置座標に係る情報を格納するメモリを設け、この位置座標データとビデオカメラの撮像データの差分演算を行うことで実行される。なお、この構成例では、投影像30Aの焦点状態、サイズの差のデータをも演算装置32で演

算し、その結果を焦点・倍率調整機構34に与えて結像レンズ8の焦点調整および倍率調整を行うように構成されている。この焦点・倍率の調整が必要となる理由は、エキシマレーザー光によるレジスト膜のアブレーション時の使用波長と光学系の焦点位置および倍率等の調整が重要になってくるからである。

【0197】一方、前記蛍光板30と同サイズおよび同形の製造過程における液晶表示素子用ガラス基板(図示せず)が用意されており、このガラス基板を蛍光板30と互換されて全く同位置にセットされるようになっている。液晶表示素子用のガラス基板は、例えば、その一方の表面の全域に金属蒸着膜が形成され、さらにその上を覆った全域にレジスト膜が形成されたものとなっている。

【0198】液晶表示素子用のガラス基板が前記蛍光板30と互換された段階では、そのガラス基板は露光マスク7に対して正しい位置に位置合わせがなされ、その後、露光マスク7を用いてパターン露光される。これにより、液晶表示素子用のガラス基板上のレジスト膜は、所謂従来の湿式(ウエット)現像処理を行うことなくバターニングがなされ、その下層に配置されている金属蒸着膜の選択エッチング用のマスクとして用いられる。

【0199】なお、同図では液晶表示素子用のガラス基板(あるいは蛍光板30)をその背面から光を照射させる背面照明ランプ35が配置されている。液晶表示素子用のガラス基板の製造において2層目に形成された材料に対して加工を行う場合、その材料に位置合わせマークが形成されており、その位置合わせマークの検出手段として背面照明ランプ35から投影像30Aの螢光と同一波長の光を照射することによって、該位置合わせマークをビデオカメラ31によって検出できるようになっている。

【0200】このような構成によれば、製造工程時に液晶表示素子用のガラス基板と互換できる蛍光板30がエキシマレーザー光1aによって露光マスク7の位置合わせマーク7Aを投影させた場合に、その投影個所において螢光を発生させ、液晶表示素子用のガラス基板と位置的に対応して配置される蛍光板30に投影されて目視できるアライメントマークは可視光によって得られる投影と全く同等の機能を果たすことができる。

【0201】この実施例によれば、液晶表示素子用のガラス基板に対する露光マスク7の位置合わせを簡単な構成で達成することができる。

【実施例10】図39は露光マスクと被加工物であるガラス基板との位置合わせ機構の他の実施例を説明する模式図であって、7B, 7Cは露光マスク7に形成した位置合わせマーク、8a, 8bはマーク専用結像レンズ、10B, 10Cは液晶表示素子用のガラス基板10に形成した位置合わせマーク、30B, 30Cは蛍光板、31B, 31Cは蛍光板30B, 30C形成される位置合

わせマーク7B, 7Cの投影による螢光を撮像するビデオカメラ、31D, 31Eはガラス基板10の位置合わせマーク10B, 10Cを撮像するビデオカメラ、36はガラス基板10の位置調整機構、40a, 40bはプリズム、40c, 40dはミラー、41はガラス基板ホルダである。

【0202】この実施例においては、エキシマレーザー光1aは、複数のプリズム(同図では2個)40a, 40bと、各プリズムに対応して配置されたミラー40c, 40dを介して分離されて露光マスク7上に形成された位置合わせマーク7B, 7Cを照射する。各位置合わせマーク7B, 7Cは、それぞれマーク専用結像レンズ8a, 8bを介して製造過程にある液晶表示素子用のガラス基板10を保持するガラス基板ホルダ41に設けた螢光発生板30B, 30Cに結像され、螢光を発生させる。

【0203】螢光発生板30B, 30Cは、前記実施例で説明した図38と同様の構成を有し、表面に螢光塗料膜が約500nmの膜厚で形成されている。この螢光発生板30B, 30Cによる発光像は、それらの背面に設置されたマーク検出用ビデオカメラ31B, 31Cによって検出される。一方、ガラス基板ホルダ41に保持されたガラス基板10の一部には位置合わせマーク10B, 10Cが付されており、この位置合わせマーク10B, 10Cはガラス基板10の背面に配置されたビデオカメラ31D, 31Eによって検出される。

【0204】そして、各ビデオカメラ31D, 31Eによってそれぞれ検出された位置合わせマーク10B, 10Cの位置関係(離間距離)から、ガラス基板ホルダ41に対するガラス基板10の位置が正確なものか否かを判断すると共に、正確でない場合にはそのずれ量を演算し、その演算値に基づいてガラス基板10のガラス基板ホルダ41に対する位置調整を位置調整機構36によって行うように構成されている。

【0205】なお、このような位置調整がなされた後には、エキシマレーザー光1aによって露光マスク7、結像レンズ8を介して液晶表示素子用のガラス基板に形成されたレジスト膜のバターニングを行う。上記構成においても前記実施例と同様に結像レンズの焦点の調整および倍率の調整を行う構成を備える。

【0206】なお、上記した露光マスクとガラス基板との位置合わせ装置は、レジスト膜のバターニングに限るものではなく、このバターニング後に下層のTFT構成薄膜のアブレーション加工機にも同様に適用できる。次に、エキシマレーザー光のアブレーション現象を利用したレジスト膜および各種薄膜の加工におけるデブリスの除去装置の実施例について説明する。

【0207】エキシマレーザー光のアブレーション現象を利用したレジスト膜のバターニングやTFTを構成する各種薄膜の加工においては、当該アブレーションに伴

41

ってデbrisが発生する。従来、このエキシマレーザー光を用いたアブレーション加工をマイクロマシニングの分野に適用したものでは、アブレーションで発生する加工生成物であるデbrisは加工後に被加工物を洗浄するか、または加工材料に応じて、ヘリウム等の不活性雰囲気中で加工するか、あるいは酸素雰囲気中で加工することによって低減している。

【0208】しかし、このような従来の除去技術では、アブレーションによって発生するデbrisを完全に除くことは困難である。特に、被加工物に再付着したデbrisを除去することは難しい。さらに、デbrisの形態は材料の種類や入射エネルギーの強度によって、気体状のものから数μm程度の大きさの粒子に至るまでの広範囲の形態で分布しており、加工後の洗浄も発生したデbrisの形態によって種々の方法を考えねばならない。

【0209】また、ヘリウム雰囲気中の加工では、アブレーションのブルーム（爆発雲）の噴出速度が空気中の速度よりもより速いためにデbrisが遠くに分散され、見掛け上デbrisが減少したように見える。これは、酸素雰囲気中では、発生したデbrisが酸化され気体状になる結果と考えられる。上記したヘリウム、あるいは酸素の雰囲気での加工が効果を持つのは比較的限られた材料の加工においてのみであり、あらゆる材料の加工において有効であるわけでは無い。

【0210】さらに、考慮すべき本質的な点は、高速の加工を行うためにエキシマレーザーの発振周波数を大きくして行くと、先行するエキシマレーザーパルスによって生じたブルームがまだエキシマレーザーの光路中に存在している状態で後続のエキシマレーザーによるアブレーションが実行されることになるために、当該後続するアブレーションのためのエキシマレーザーにエネルギー損失を招くという問題がある。

【0211】このような理由から、アブレーションにより発生したブルームを高速で除去することが、単にデbrisを除くという以上に重要な課題となっている。以下、本発明によるアブレーションデbris除去装置の実施例につき、詳細に説明する。

【実施例11】図40は本発明による液晶表示素子の製造におけるアブレーションデbris除去装置の1実施例の構成を説明する模式図であって、50は吸引ノズル、51は図示しない真空ポンプに連通する排気部、52は吸引バッファ空間、10は被加工物であるガラス基板である。

【0212】この実施例は一本の吸引ノズル50を有する構成であり、これを被加工物10の加工領域に近接し、かつブルームの上昇速度が十分小さくなる位置に設置して矢印に示したようにデbris Aの吸引を行う。吸引ノズルの開口形状は円筒状、楕円状、矩形状、あるいはスリット状等、被加工物の材料、エキシマレーザー光加工装置の構成、使用エネルギー等に応じて適宜のもの

10

とする。

【0213】本実施例により、被加工物の表面に当該デbrisが付着したり、後続のレーザーパルスのエネルギーを減殺させることがないエキシマレーザー加工装置を提供できる。なお、この構成としたものを加工領域の周りに複数個設置することによって吸引の効率を向上させることができる。

【実施例12】図41は本発明による液晶表示素子の製造におけるアブレーションデbris除去装置の他の実施例の構成を説明する模式図であって、図40と同一符号は同一機能部分に対応する。

【0214】本実施例は、吸引ノズル50を被加工物の加工領域を周回して包囲するごとく開口したスリット状とした環状としたものである。それぞれの吸引バッファ空間53aは連通させておくのが望ましく、排気部2は一箇所としてもよい。本実施例により、デbrisの除去効果が向上し、被加工物の表面に当該デbrisが付着したり、後続のレーザーパルスのエネルギーを減殺させることがないエキシマレーザー加工装置を提供できる。

【実施例13】図42は本発明による液晶表示素子の製造におけるアブレーションデbris除去装置のさらに他の実施例の構成を説明する模式図であって、53a、53bは吸引容器を構成する側壁、54はエキシマレーザー光の入射窓、55は吸引容器を構成する底板、55aはレーザー光照射用の開口、図40と同一符号は同一機能部分に対応する。

【0215】同図はデbrisの吸引をさらに効率良く、かつ完全にブルームを除去するためには吸引領域を略々密閉するごとく囲む吸引容器構造としたものである。すなわち、本実施例では、エキシマレーザー光の入射窓54とガラス基板10にレーザー光を照射するための開口をもつ底板55および側壁53a、53bで吸引容器を構成している。吸引バッファ空間52は連通されており、排気部51は一箇所としてもよい。

【0216】底板55の開口55aはできるだけ小さくすることが望ましいが、アブレーション時のショックウェーブフロントの動きを妨げない様にする必要があるため、ガラス基板10の加工領域の各縁から約2mm程度広い開口とするのが好適である。側壁53a、53bもレーザー光の照射を妨げないような形状とする。また、入射窓54はエキシマレーザー光を透過させる材料、例えば石英板で形成し、その設置高さもショックウェーブフロントの到達距離よりも高くとっておくことが肝要である。

【0217】さらに、底板55はアブレーション加工を施すべきガラス基板10にできるだけ密に接近させ、かつその全体面積を大きくとることにより、吸引の効率をさらに向上できる。これは、吸引容器内の圧力が低くなり、ショックウェーブフロントの速度が上がるためと

50 考えられる。ただし、吸引においてはエキシマレーザー

42

43

光の光路の気体の擾乱で屈折率の局所的な変動を起さない様な流速、流線を考慮する必要がある。

【実施例14】図43は本発明による液晶表示素子の製造におけるアブレーションデブリス除去装置のさらにまた他の実施例の構成を説明する模式図であって、アブレーション加工装置に取り付けるためのより具体的な構造を示し、吸引バッファ空間52は連通して排気部51に連絡し、56は吸引容器である。なお、図42と同一符号は同一機能部分に対応する。

【0218】同図において、吸引容器56の高さは65mm程度とし、この吸引容器の底板55を被加工物の表面上に1mmの間隙で設置する。エキシマレーザー光は入射窓54から入射し、底板55の開口55aからガラス基板に照射される。アブレーションで生じたデブリスAは、矢印に示したように吸引ノズル50を通して吸引バッファ空間52から排気部51に到り、図示しない真空ポンプで排気される。

【0219】この構成のアブレーションデブリス除去装置を用いたアブレーション加工装置でノボラック系樹脂のアブレーション加工をおこなった結果、2kHzのレーザー発振周波数に対し、吸引容器のない時と比較して約1.5倍のアブレーションレートを得ることができた。さらに、レーザー照射部の縁の微小部分を除いてデブリスを完全に除去することができた。

【0220】このように構成したことにより、アブレーション加工装置の加工部に容易に設置することができ、発生したデブリスを除去して高品質の加工を行うことが可能となる。図44は図43に示したアブレーションデブリス除去装置をアブレーション加工機に装着して液晶表示素子を構成するカラーフィルタ基板の加工に適用した構成例の説明図であって、1はエキシマレーザー、1aはエキシマレーザー光、1a'は照射レーザー光、7は露光マスク（誘電体マスク）、10'は被加工物であるカラーフィルタ基板、11はカラーフィルタ基板10'のX-Yテーブル、60はカラーフィルタ層、60aはカラーフィルタ層に形成された不要な凸部、61は均一化照明光学系、62は結像光学系（レンズ）、63はデブリス除去装置である。

【0221】同図において、エキシマレーザー1は波長248nmのレーザー光1aを発振し、インテグレーターを含む均一化照明光学系61により、カラーフィルタ基板10'のカラーフィルタ層60の表面にある凸部60aの除去領域をカバーする開口を形成した露光マスク7上に $2 \times 50 \text{ mm}^2$ のスリット状のマスクパターンの照明を行う。

【0222】このマスクパターンを1:1の結像レンズ62でカラーフィルタ層60の表面に結像する。結像レンズ62のワーキングディスタンスは70mmで、この間に図4に断面を示すような高さが65mmの吸引容器に組み込んだアブレーションデブリス除去装置131m

10

20

30

40

50

44

mの間隙で設置した。デブリスの吸引は300リットル/秒の排氣能力を持つドライ真空ポンプ又は真空吸引装置を用いる。エキシマレーザー光の入射エネルギー密度300mJ/cm<sup>2</sup>である。

【0223】このように構成したアブレーション加工装置により、カラーフィルタ基板のカラーフィルタ層に形成された不要な凸部7aは除去されて平坦化されると共に、加工により生じたデブリスがカラーフィルタ層に残留することなく、高品質のカラーフィルタ基板を得ることことができた。図45は本発明により製造したTFT型液晶表示装置の構造例を説明する展開斜視図である。

【0224】同図において、MDLは液晶表示装置、SHDは上フレームである金属製のシールドケース、WDは液晶表示装置の有効画面を画定する表示窓、PNLは液晶表示素子、SCPは拡散板、PCB1はドレイン側回路基板、PCB2はゲート側回路基板、PCB3はインターフェース回路基板、PRSはアリズムシート、SPSは拡散シート、GLBは導光体、RFSは反射シート、BLはバックライト、LPはバックライトBLのランプを構成する冷陰極蛍光灯、LSは反射シート、GCはゴムブッシュ、LPCはランプケーブル、MCAは導光体GLBを設置する開口MOを有する下側ケース、JN1, 2, 3は回路基板間を接続するジョイナ、TCP1, 2, 3はテープキャリアパッケージ、INS1, 2, 3は絶縁シート、GCはゴムクッション、BATは両面接着テープ、ILSは遮光スペーサである。

【0225】上記の各構成材は、金属製のシールドケースSHDと下側ケースMCAの間に積層されて挟持固定されて液晶表示装置MDLを構成する。液晶表示素子PNLには拡散板SCPが積層され、その周辺に各種の回路基板を取り付けて画像表示のための駆動がなされる。また、液晶表示素子PNLの裏面には導光体GLBに各種の光学シートを積層してなるバックライトBLが設置され、液晶表示素子PNLに形成された画像を照明して表示窓WDに表示する。

【0226】上記本発明を用いて組み立てたTFT型液晶表示装置は、プロセス工程が大幅に短縮され、かつ高精度の薄膜パターンが形成可能であり、高画質の表示性能を備えた各種の表示デバイスに適用できる。なお、本発明によるエキシマレーザー光のアブレーション現象を利用した加工方法は、液晶表示素子のレジスト膜やTFT基板あるいはカラーフィルタ基板を構成する各種の薄膜のバーニングに限らず、同様のバーニングを伴う各種薄膜のバーニングに適用できる。

【0227】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、高アブレーションレート、かつ低デブリスの高分子材料でレジスト膜を形成し、エキシマレーザー光のアブレーション現象を利用したリソグラフィーにより、レジスト膜の現像および残留レジスト膜の除去、金属薄膜や半導

45

体薄膜あるいは絶縁薄膜のバーニングをウエットプロセスによること無く実現できることから、当該現像剤や剥離剤、その他の処理剤の廃液で環境への影響を無くすことができる。さらに薄膜パターン形成プロセス自体が簡素化されると共に、そのプロセス時間を大幅に短縮することができ、液晶表示素子の製造コストが低減される。

【0228】また、高エネルギーのエキシマレーザー光に対する光学系のダメージが防止され、大面積のガラス基板に高精度で各種の薄膜のバーニングを施すことが可能となり、その量産効果が大である。さらに、本発明による露光マスクは、高エネルギーのエキシマレーザー光に対して耐久性が大きく、かつステップスキャン方式における大面積のガラス基板に対するパターンの境界のずれが回避され、高精度のバーニング処理が可能である。

【0229】そして、露光マスクと被処理物であるガラス基板の位置合わせを、簡単な構成で高精度に実現できると共に、アブレーションで発生したデbrisをリアルタイムで除去できるため、高速加工と加工環境のクリーン化が実現され、製造した液晶表示装置の高品質化を実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】エキシマレーザー光のアブレーション加工用レジスト材を用いた本発明による液晶表示素子の製造方法を説明する工程図である。

【図2】エキシマレーザー光のアブレーション加工用レジスト材を用いた本発明による液晶表示素子の製造方法を説明する工程図である。

【図3】本発明による液晶表示素子の製造に用いるエキシマレーザーのアブレーション現象を利用した露光機の構成例を説明する模式図である。

【図4】誘電体多層膜マスクの基本的構成の1例を説明する断面模式図である。

【図5】誘電体多層膜マスクの基本的構成の他例を説明する断面模式図である。

【図6】図4に対応した屈折率比 $n_e / n_1$ と反射率との関係を層数をパラメータとした説明図である。

【図7】図5に対応した屈折率比 $n_e / n_1$ と反射率との関係を層数をパラメータとした説明図である。

【図8】本発明による誘電体多層膜マスクで構成したエキシマレーザー加工用マスク（露光マスク）の基本構造を説明する模式断面図である。

【図9】図8の金属膜の層を除き追加の高屈折率層として $A_{12}O_3$ を用いた場合の多層誘電体層の屈折率比 $n_2 / n_3$ と反射率の関係の特性説明図である。

【図10】エキシマレーザー光のパルスにディレイ同期した色素レーザー（パルス幅約5ns）によるアブレーション現象のシャドウグラフを模式的に示すアブレーション現象の説明図である。

【図11】本発明を適用するアクティブ・マトリクス方

50

46

式のカラー液晶表示装置の一画素近傍の構成を説明する平面図である。

【図12】図11の3-3線に沿って切断した要部断面図である。

【図13】下部透明ガラス基板にTFTを構成する薄膜多層構造のバーニングによる形成工程の説明図である。

【図14】下部透明ガラス基板にTFTを構成する薄膜多層構造のバーニングによる形成工程の説明図である。

【図15】下部透明ガラス基板にTFTを構成する薄膜多層構造のバーニングによる形成工程の説明図である。

【図16】本発明による液晶表示素子の製造方法に使用される露光／現像装置の光学系の概略を説明する模式図である。

【図17】本発明の液晶表示素子の製造方法におけるステップスキャン用露光マスクのための基板パターンの分割原理の説明図である。

【図18】本発明による液晶表示素子の製造方法において使用される露光マスクの構成例を模式的に説明する平面図である。

【図19】本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機におけるレンズアレーによるエキシマレーザー光の分割を説明する原理図である。

【図20】本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機の照明光学系の説明図である。

【図21】本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機の露光マスクの照明光の均一化の説明図である。

【図22】本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機の走査方式を説明する模式図である。

【図23】本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機の走査における照明領域の位置設定例の説明図である。

【図24】本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機のエキシマレーザー光源部と現像光学系を分離壁で独立させた清浄度が異なる部屋に設置したアブレーション現像装置の全体構成の説明図である。

【図25】本発明の液晶表示素子の製造方法に用いるアブレーション現像機のレーザー光ビームが通過する透過窓板を傾斜させることによって光軸を平行移動させるずれ補正方法の説明図である。

【図26】本発明の第7実施例を説明するためのアブレーション現像機の露光光学系の構成の模式図である。

【図27】本発明の第7実施例における光源の分割に用いる円筒形レンズのX方向とY方向の配置例を説明する模式図である。

【図28】本発明の第7実施例における露光マスクの開

47

孔パターンの一例としての液晶表示装置のカラーフィルタ側ガラス基板に形成するブラックマトリクス(BM)パターンの一例とスリット照明とするためのブレードの配置関係の説明図である。

【図29】本発明の第8実施例を説明するためのカラー フィルタのアブレーション現像によるバターニングの模式図である。

【図30】本発明による液晶表示素子の製造方法に使用するアブレーション露光機の露光マスクの好ましい分割線の説明図である。

【図31】避けるべき分割線の説明図である。

【図32】本発明による液晶表示素子の製造方法におけるレジストパターン形成方法の実施例を説明する基板の分割例を説明する模式図である。

【図33】本実施例に使用する露光マスクの具体例を説明する平面図である。

【図34】露光マスクを介した基板上のレジストのエキシマレーザー光の照射状態の説明図である。

【図35】本発明による液晶表示素子の製造に使用するエキシマレーザー露光機の露光マスクの材料である高屈折率層材料と低屈折率層材料の組み合わせと10%以下 の透過率の最小層数の説明図である。

【図36】本発明による液晶表示素子の製造に使用するエキシマレーザー露光機の露光マスクの製造方法の一例を説明する概略工程図である。

【図37】露光マスクと被加工物であるガラス基板との位置合わせ機構の実施例を説明する模式図である。

【図38】蛍光板の構成を説明する部分断面図である。

【図39】露光マスクと被加工物であるガラス基板との位置合わせ機構の他の実施例を説明する模式図である。 30

48

【図40】本発明による液晶表示素子の製造におけるアブレーションデブリス除去装置の1実施例の構成を説明する模式図である。

【図41】本発明による液晶表示素子の製造におけるアブレーションデブリス除去装置の他の実施例の構成を説明する模式図である。

【図42】本発明による液晶表示素子の製造におけるアブレーションデブリス除去装置のさらに他の実施例の構成を説明する模式図である。

10 【図43】本発明による液晶表示素子の製造におけるアブレーションデブリス除去装置のさらにまた他の実施例の構成を説明する模式図である。

【図44】図43に示したアブレーションデブリス除去装置をアブレーション加工機に装着して液晶表示素子を構成するカラーフィルタ基板の加工に適用した構成例の説明図である。

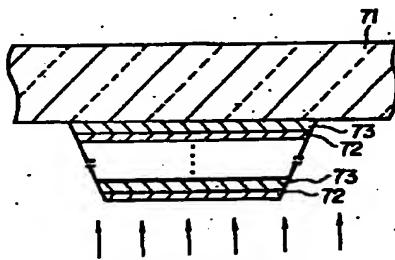
【図45】本発明により製造したTFT型液晶表示装置の構造例を説明する展開斜視図である。

【符号の説明】

- 20 1 エキシマレーザー
- 3, 5 レンズ
- 4 分割レンズ
- 6 コンデンサレンズ
- 7 露光マスク
- 8 結像レンズ
- 9 入射瞳
- 10 被加工物であるレジスト塗布ガラス基板
- 11 X-Yテーブル(11aはX-Yマスクテーブル、11bはX-Y基板テーブル)。

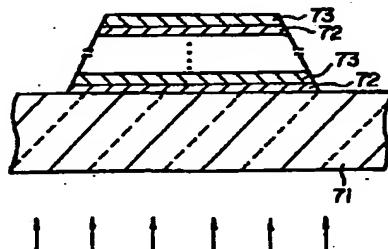
【図4】

図4

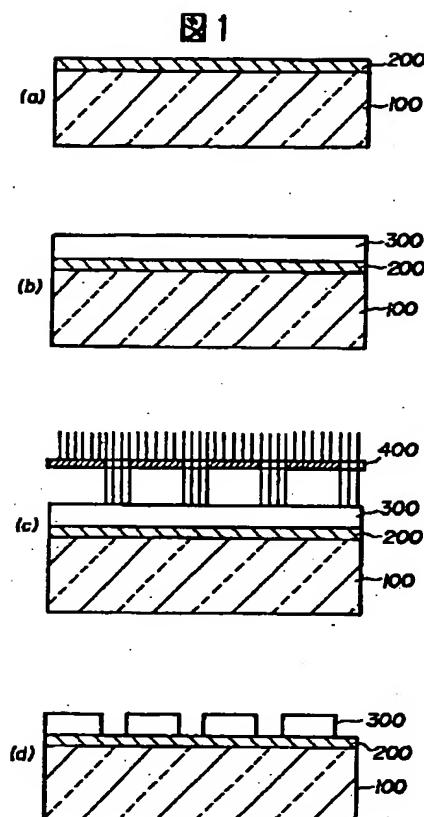


【図5】

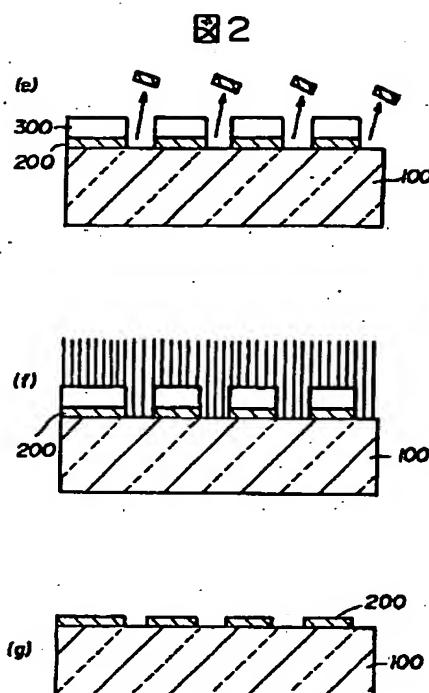
図5



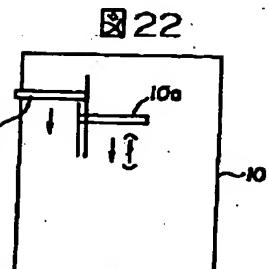
【図1】



【図2】

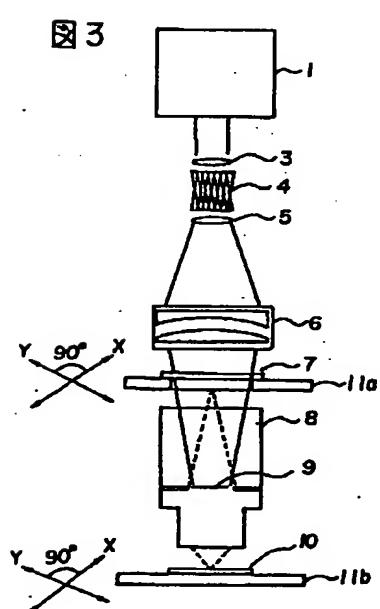


【図22】

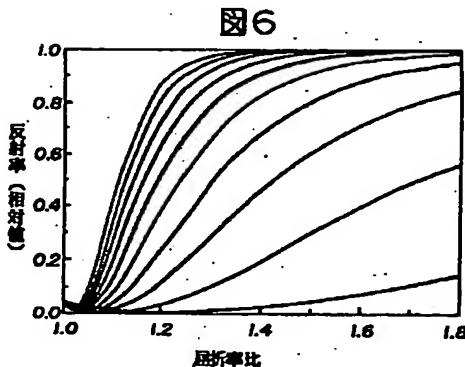


長方形状照明で端部がオーバーラップするスキャン法

【図3】

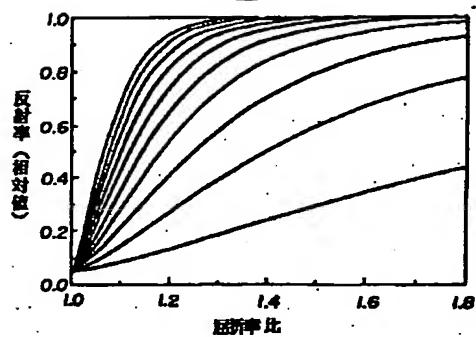


【図6】



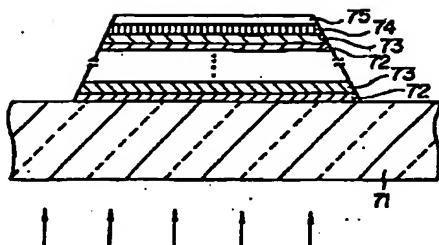
【図7】

図7



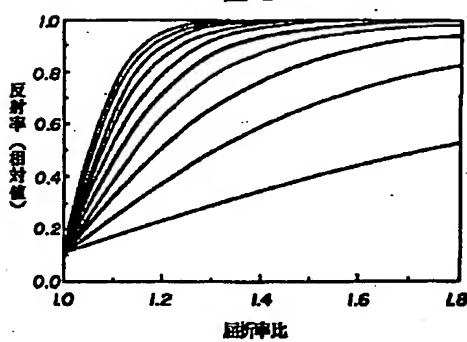
【図8】

図8



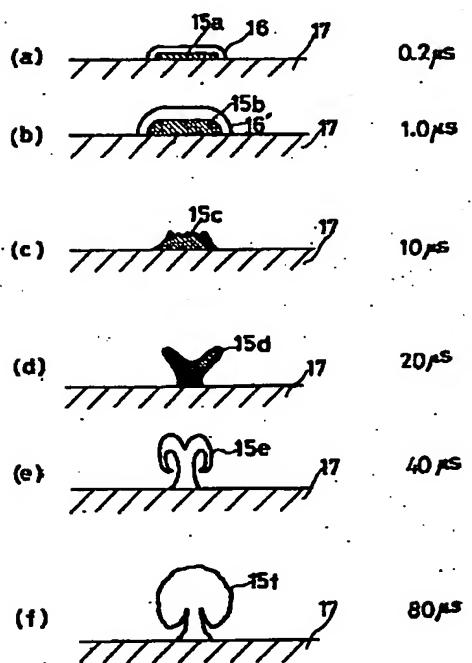
【図9】

図9



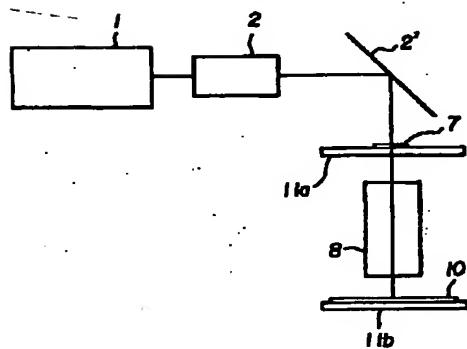
【図10】

図10



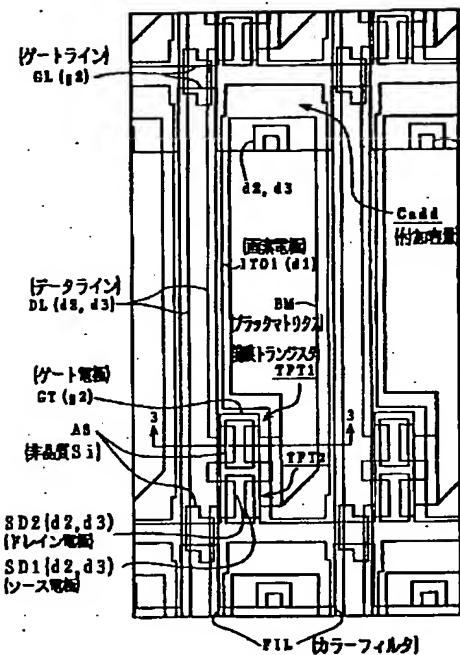
【図16】

図16



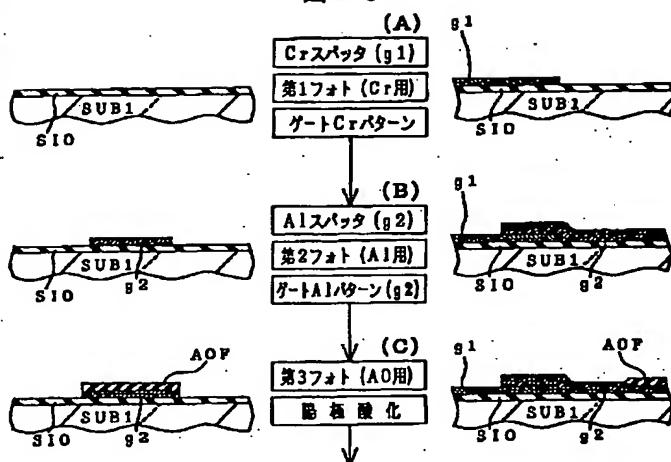
【図11】

図11

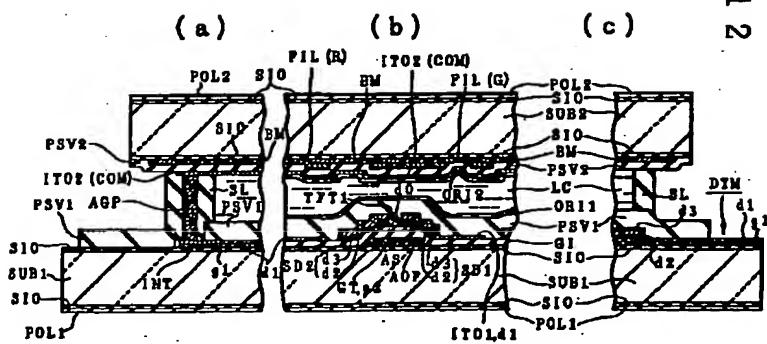


【図13】

図13

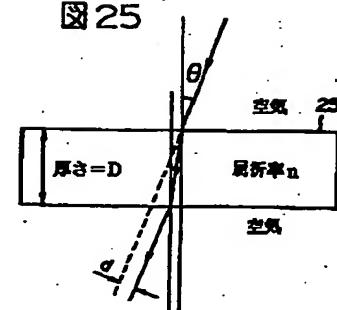


【図12】

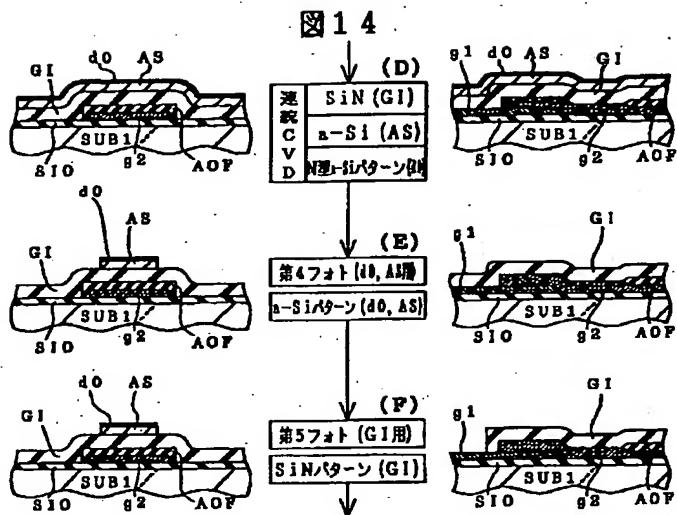


【図25】

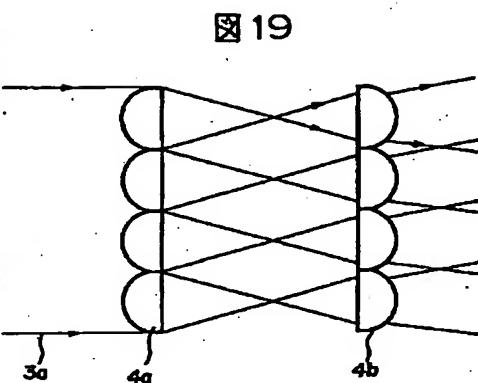
図25



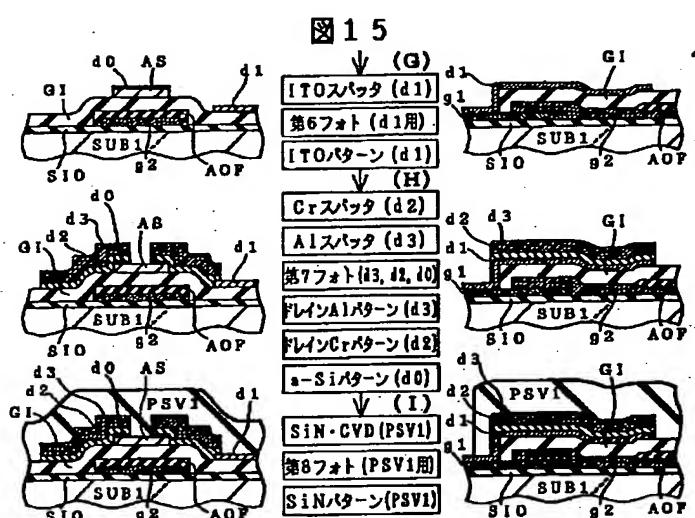
【図14】



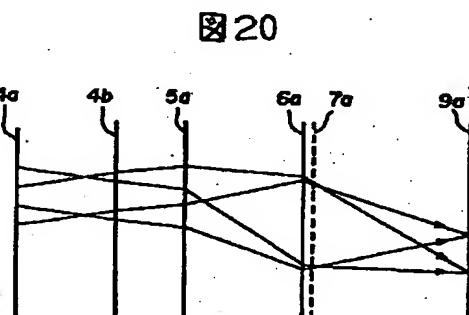
【図19】



【図15】

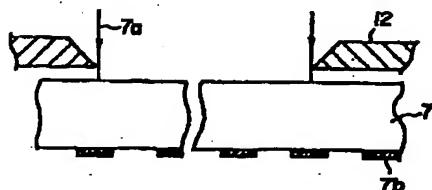


【図20】



【図23】

図23



オーバーラップなしのスキャンに  
対応したブレードによる照査法

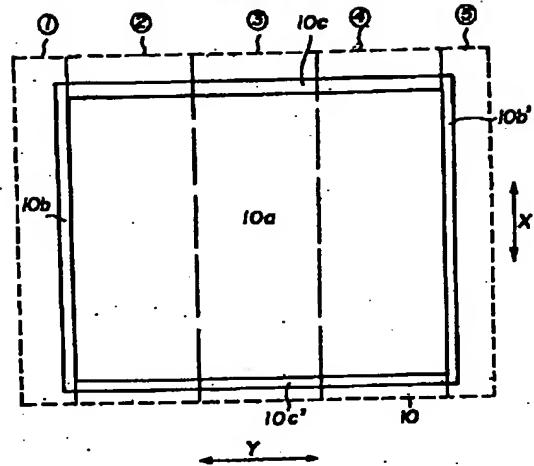
【図38】

図38



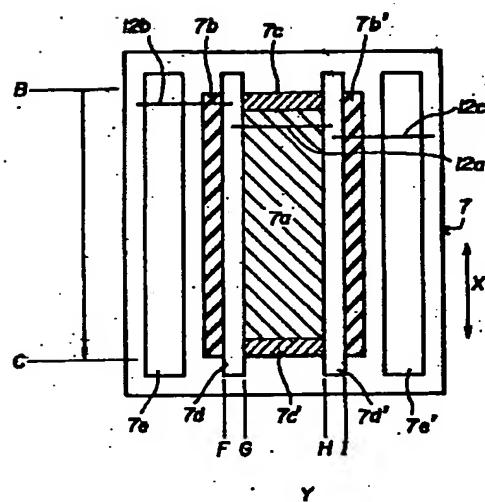
【図17】

図17



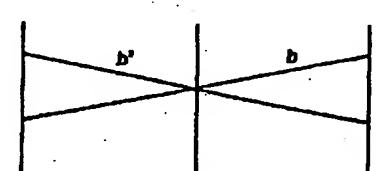
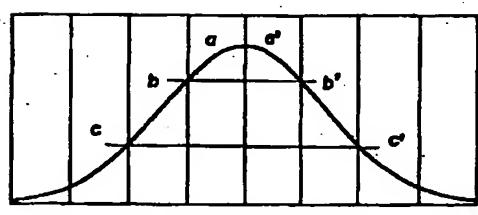
【図18】

図18



【図21】

図21



(b) コンデンサレンズによる均一化

【図40】

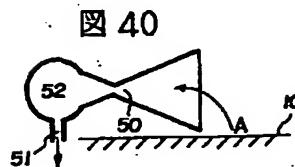


図40

【図41】

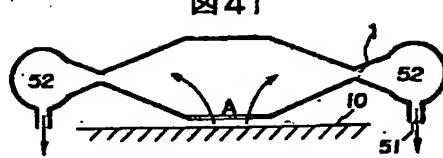
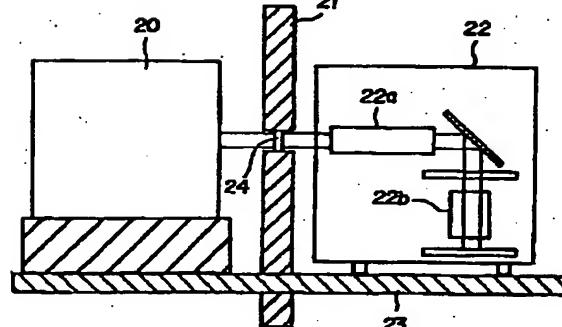


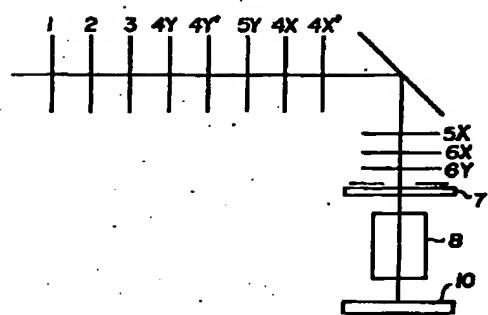
図41

図24



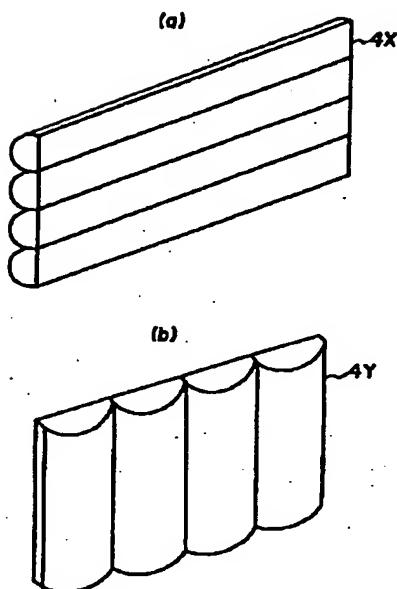
【図26】

図26



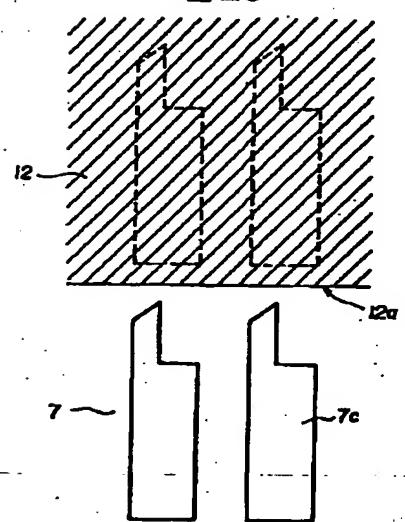
【図27】

図27



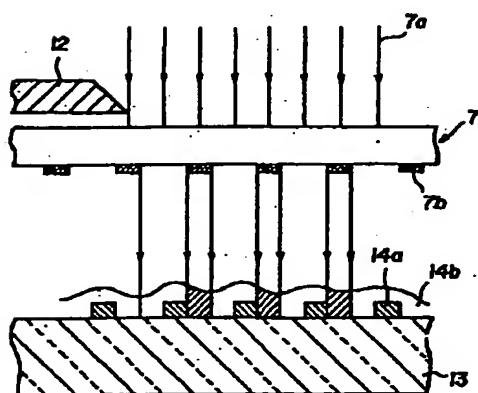
【図28】

図28

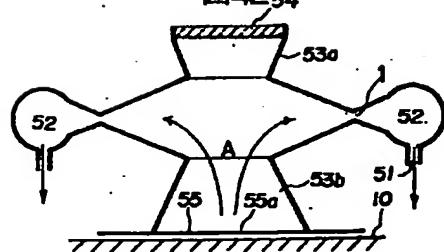


【図29】

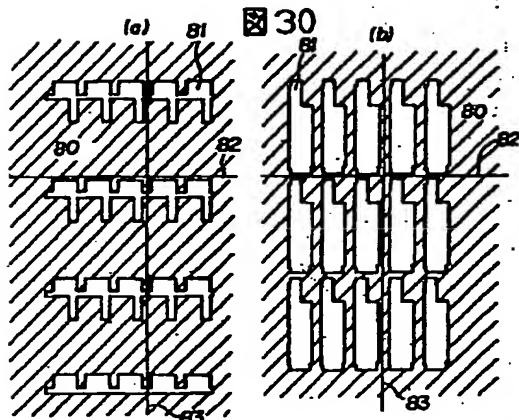
図29



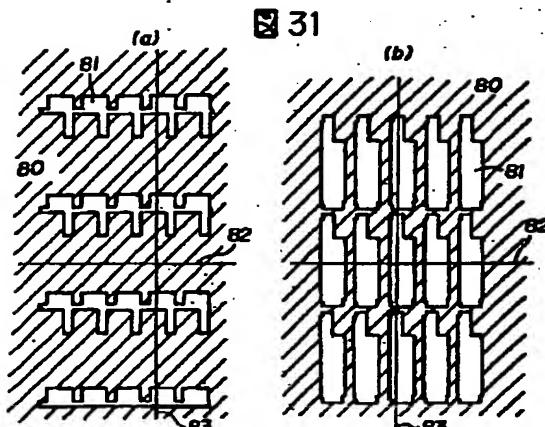
【図42】

図42<sub>54</sub>

【図30】

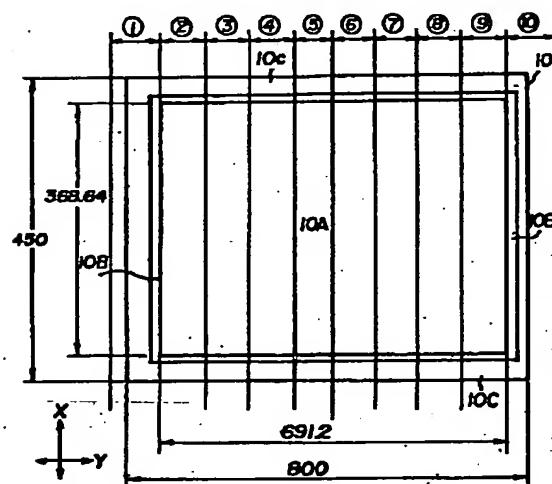


【図31】



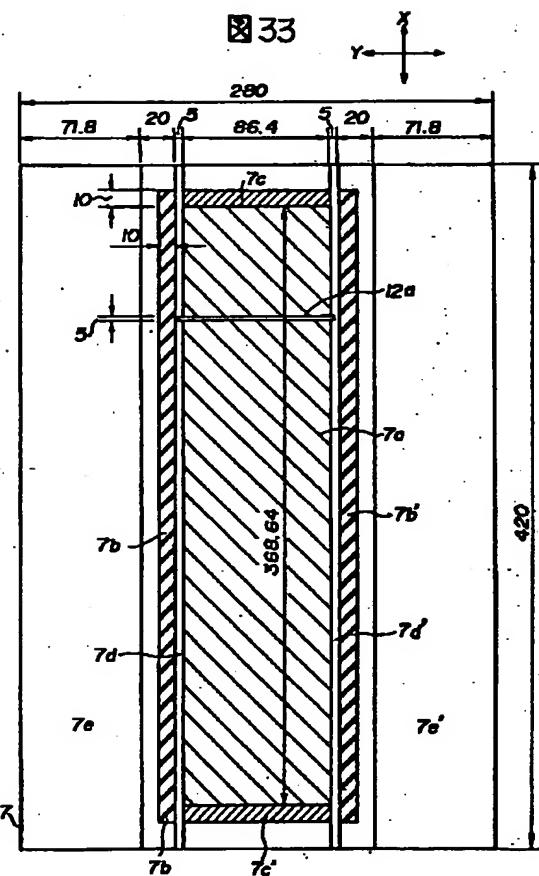
【図32】

図32



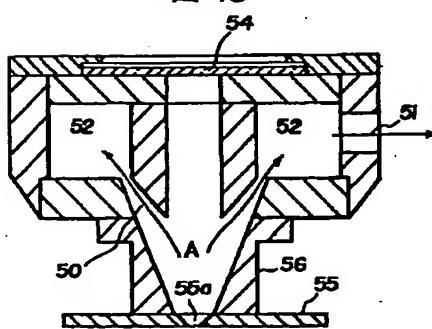
【図33】

図33



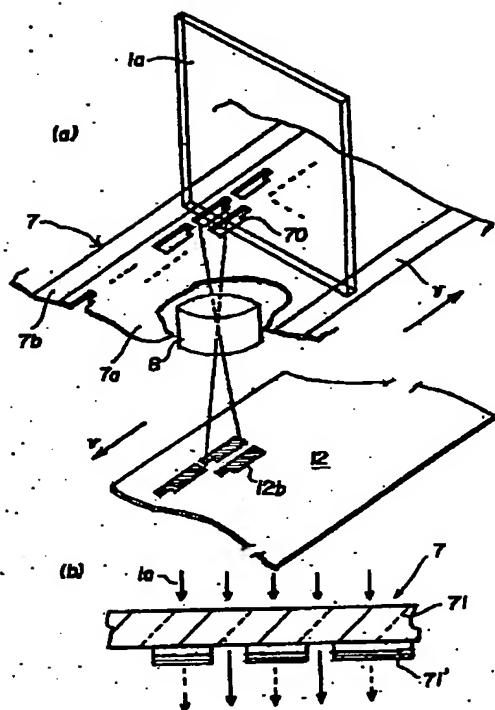
【図43】

図43



【図34】

図34



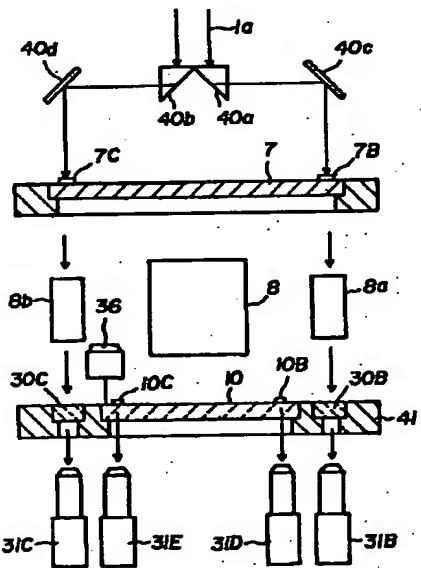
【図35】

図35

低屈折率材料				
	LIP	MgF <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	ThF <sub>4</sub> , LaF <sub>3</sub>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7	8	9	11
MgO	8	7	8	9
TbO <sub>3</sub>	5	6	6	8
Sc <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4	4	4	6
HfO <sub>2</sub>	3	4	4	5

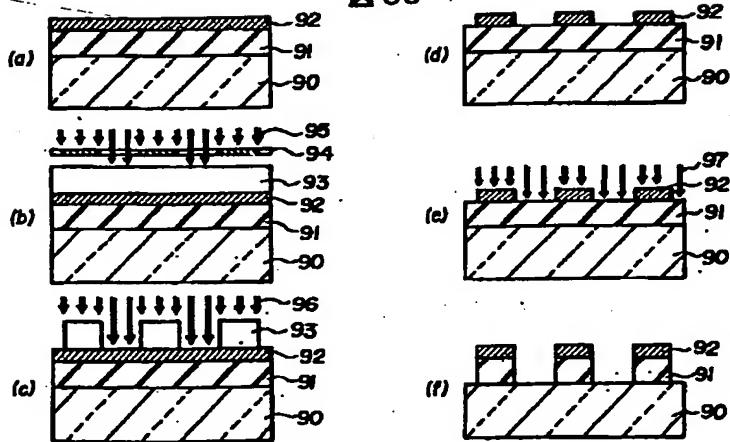
【図39】

図39



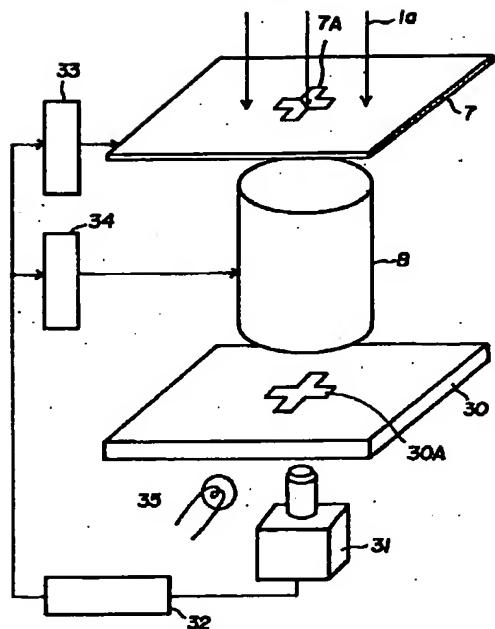
【図36】

図36



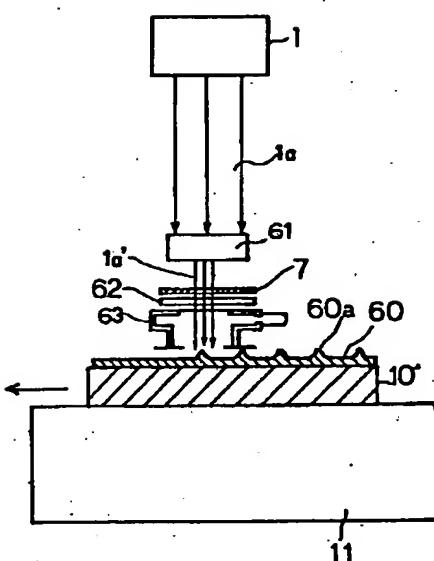
【図37】

図37



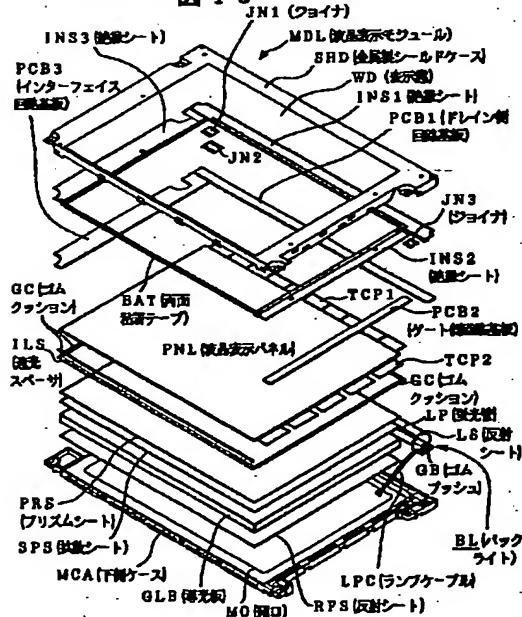
【図44】

図44



【図45】

図45



## フロントページの読み

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01L 29/786  
21/336

識別記号 庁内整理番号  
H01L 29/78

F I  
H01L 29/78

技術表示箇所  
627C

(72) 発明者 林 伸明  
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(72) 発明者 富田 好文  
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内